A equação (7.28) poderá portanto transformar-se em

$$\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}+j\,\text{sen}\,\frac{\beta}{2}=F\frac{\delta}{2}+j\,F \qquad (7.29)$$

donde se conclui

$$\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}=F\frac{\delta}{2} \qquad (7.30)$$

$$\text{sen}\,\frac{\beta}{2}=F\ . \qquad (7.31)$$

Para o caso de ser $F \ll 1$ teremos ainda $\beta \cong 2\,F$ e poderemos portanto escrever as expressões aproximadas das *constantes de enfraquecimento* e *de comprimento de onda* desta estrutura

$$\alpha=\frac{\delta F}{\sqrt{1-F^2}} \qquad (7.32)$$

$$\beta=2F\ . \qquad (7.33)$$

Calculemos agora as expressões das *impedâncias,* vistas da origem, da *estrutura,* respectivamente *em circuito aberto* e *curto-circuitada* na extremidade distante. Das equações (6.22) e (6.23) poderão concluir-se, as equações (7.34) e (7.35), válidas dentro das condições que estamos considerando

$$\dot{Z}_a=-j\,\dot{Z}_0\frac{\cos\beta N+j\,\alpha N\,\text{sen}\,\beta N}{\text{sen}\,\beta N-j\,\alpha N\cos\beta N} \qquad (7.34)$$

$$\dot{Z}_c=j\,\dot{Z}_0\frac{\text{sen}\,\beta N-j\,\alpha N\cos\beta N}{\cos\beta N+j\,\alpha N\,\text{sen}\,\beta N}\ . \qquad (7.35)$$

As conclusões obtidas neste parágrafo vão ser utilizadas na 2.ª Parte deste estudo que se refere ao ensaio laboratorial de uma linha de transmissão artificial.

2.ª PARTE — ESTUDO LABORATORIAL

1.0 Linha artificial utilizada (*)

Utilizando os elementos disponíveis no Laboratório de Medidas Eléctricas do Instituto Superior Técnico, construímos uma *linha artificial* constituída por uma estrutura de seis malhas π como se indica na fig. 19.

Os valores nominais dos parâmetros concentrados dos elementos que entravam na constituição das malhas eram os seguintes:

$$R = 1{,}5 \text{ Ohm}$$
$$L = 0{,}010 \text{ H}$$
$$C = 2 \quad \mu F\ .$$

(*) Este estudo foi realizado no primeiro trimestre de 1947.

A montagem foi feita de modo a reduzir o mais possível os efeitos de indução mútua entre as bobinas utilizadas. Para esse efeito, as bobinas de duas malhas contíguas foram dispostas com os seus eixos fazendo um ângulo de 90°. A disposição adoptada pode ser observada nas fot. 1 e 2 da linha artificial que foi objecto de estudo que a seguir se descreve.

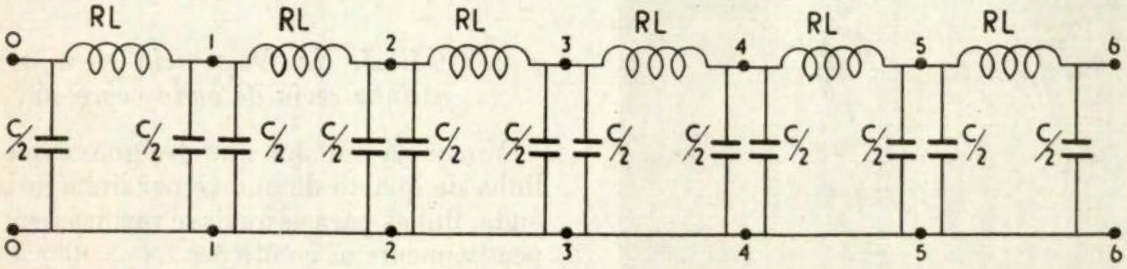


Fig. 19

Todas as bobinas e condensadores utilizados na linha artificial foram ensaiados antes da sua utilização, com vista à medição dos respectivos parâmetros. As medições foram feitas utilizando métodos de ponte, em corrente alternada, em diferentes frequências dentro da banda em que a linha artificial ia ser ensaiada. Em vista dos resultados obtidos con-

cluímos que os parâmetros dos elementos de que dispunhamos eram suficientemente apro-

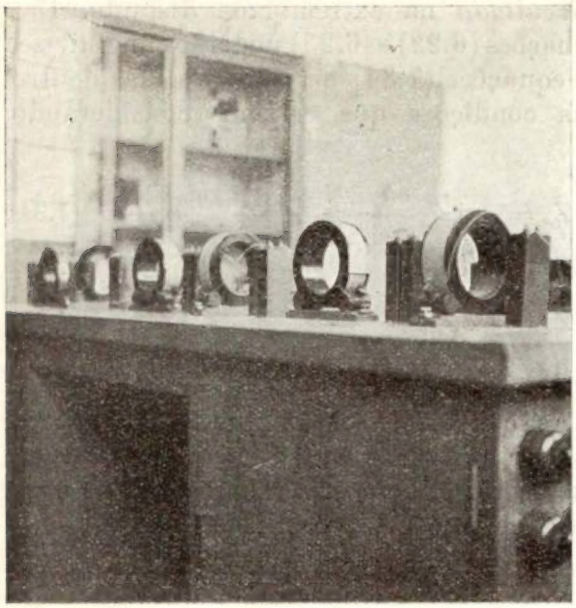


Foto 1

ximados dos respectivos valores nominais para não prejudicarem as conclusões a obter no estudo da linha.

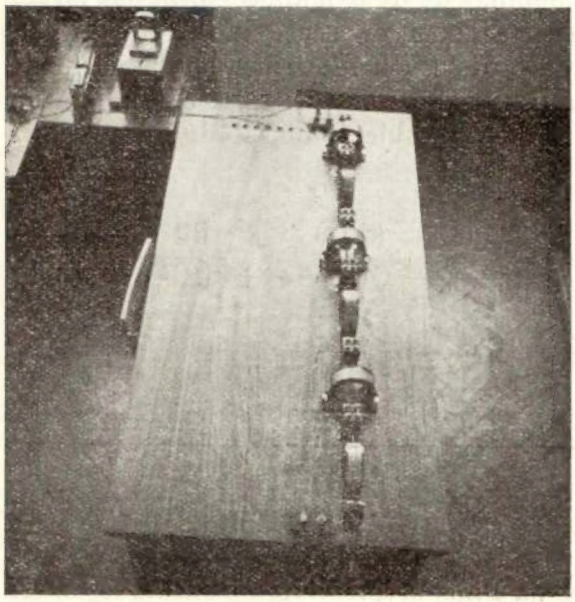


Foto 2

2.0 Cálculos relativos à linha artificial utilizada

No intuito de facilitar a realização dos ensaios a que nos referimos nos capítulos seguintes e de verificar a exactidão dos resultados obtidos nesses ensaios, fizemos prèviamente os cálculos relativos às medidas que iam ser realizadas. Para esse efeito utilizamos as fórmulas deduzidas em 7.1 e 7.2 o que implicava a condição de utilizar frequências apreciàvelmente inferiores à *frequência limite* da linha artificial, mas suficientemente elevadas para que $R << \omega L$. As equações expressamente utilizadas nos cálculos feitos são (7.4), (7.5), (7.6), (7.22), (7.24), (7·32), (7.33), (7.34) e (7.35).

2.1 *Cálculo da frequência ângular limite*

Da equação (7.5) se conclui imediatamente

$$\omega_l = \frac{2}{\sqrt{LC}} = \frac{2}{\sqrt{0{,}01 \times 2 \times 10^{-6}}} = 14140 \text{ seg}^{-1}$$

e portanto

$$f_l = \frac{\omega_l}{2\pi} = \frac{14140}{2\pi} = 2252 \text{ c/s}.$$

Nos ensaios que fizemos utilizámos frequências variando entre 50 c/s e 1180 c/s.

2.2 *Cálculo do factor B*

Da equação (7.4) se conclui

$$B = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{0{,}01}{2 \times 10^{-6}}} = 71 \text{ Ohm}$$

2.3 *Cálculo da frequência para a qual a linha seria de onda completa.*

Vimos já em 3.8 que designávamos por linha de quarto de onda e por linha de meia onda, linhas para as quais se verificassem respectivamente as condições $\beta . l = 90°$ e $\beta . l = 180°$. Anàlogamente, ainda no caso de linhas de parâmetros uniformemente distribuídos, designamos por linha de onda completa uma linha tal que $\beta . l = 360°$. No caso de estruturas periódicas de malhas iguais, a condição de onda completa seria evidentemente $\beta . N = 360° = 2\pi$ rad. Seria portanto

$$\beta = \frac{2\pi}{6} = 1{,}048$$

e, atendendo às equações (7.33) e (7.6), teremos

$$f = F \cdot f_l = \frac{\beta}{2} \cdot f_l = \frac{1{,}048}{2} \times 2252 = 1180 \text{ c/s}.$$

Concluímos portanto que, para a frequência $f = 1180$ c/s a linha artificial, objecto do nosso estudo, é uma linha de onda completa.

2.4 *Cálculo de $\dot{Z}_o$, $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ para diferentes valores da frequência*

O cálculo prévio de $\dot{Z}_o$, $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ foi necessário para efeitos de comparação com os resultados práticos a obter nas medições a realizar. Para a obtenção dos diferentes valores de $\dot{Z}_o$, $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ para as frequências consideradas foi ainda necessário calcular os valores de F, δ, α e β. Nos cálculos feitos foram consideradas as frequências de 50 c/s e de 100 c/s e as múltiplas de 100 c/s até 1100 c/s. Foram ainda consideradas as frequências de 295 c/s, 590 c/s, 885 c/s e 1180 c/s para as quais a linha seria respectivamente de um quarto de onda, de meia onda, de três quartos de onda e de onda completa. Os resultados obtidos nos cálculos feitos estão indicados no Quadro n.º 5 que damos nesta página.

A partir dos valores indicados no quadro n.º 5 e de outros que calculámos, mas não mencionámos, foram traçadas as curvas das figs. 22 e 23 que adiante incluimos. Essas curvas referem-se a:

— variação da parte real de $\dot{Z}_a$ em função de f,
— » » » » » $\dot{Z}_c$ » » » f,
— » » reactância » $\dot{Z}_a$ » » » f,
— » » » » $\dot{Z}_c$ » » » f.

Nas figs. 22 e 23 marcámos também os pontos obtidos por ensaio.

f c/s	$\dot{Z}_o$ ohm	$\dot{Z}_a$ ohm	$\dot{Z}_c$ ohm
50	70,6 — j 16,9	2,59 — j 259	9,45 + j 18,1
100	70,6 — j 8,4	2,90 — j 120	11,4 + j 40,4
200	71,0 — j 4,2	3,60 — j 39,1	27,2 + j 128
295	71,2 — j 2,9	4,60 — j 0,18	1100 — j 44
300	71,2 — j 2,8	4,67 + j 1,49	956 — j 392
400	71,8 — j 2,2	7,90 + j 44,3	13,5 — j 114
500	72,4 — j 1,7	26,0 + j 137	5,10 — j 37,0
590	73,3 — j 1,5	1100 — j 23,2	4,85 — j 0,10
600	73,3 — j 1.5	600 — j 556	4,94 + j 4,23
700	74,3 — j 1,3	13,8 — j 109	8,0 + j 49,7
800	75,6 — j 1,1	5,8 — j 37,1	28,5 + j 151
885	77,1 — j 1,0	5,4 — j 0,07	1100 — j 14,3
900	77,2 — j 1,0	5,4 + j 6,7	4,26 — j 555
1000	79,0 — j 0,95	9,06 + j 55	15,6 — j 111
1100	80,0 — j 0,86	33,8 + j 166	6,65 — j 37,2
1180	81,0 — j 0,82	1100 — j 11	5,95 — j 0,06

QUADRO N.º 5

3.0 Ensaios realizados

Os ensaios que realizámos tiveram como objectivos fundamentais:

— Medir as impedâncias vistas da origem com a linha em circuito aberto, para valores de f variando entre 50 e 1.100 c/s.

— Medir as impedâncias vistas da origem com a linha curto-circuitada na sua extremidade distante, para os mesmos valores de f.

— Calcular a partir dos valores obtidos, a impedância característica da linha para os valores de f considerados.

— Comparar os resultados obtidos com os valores determinados teòricamente e fazer a sua marcação nos gráficos traçados.

— Estudar as condições de comportamento da linha para $f = 1.180$ c/s

(β. N = 360°). Neste ensaio estudámos, por meio da obtenção de oscilogramas, a variação da tensão ao longo da linha nos dois seguintes casos típicos:

— com a linha terminada pela sua impedância característica.

— com a linha em circuito aberto.

Os ensaios realizados e as conclusões obtidas são a seguir descritos.

3.1 Medição de $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ para diferentes valores de f

Esquema teórico considerado

Para a medição de $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ utilizámos a ponte que apresentamos esquemàticamente na fig. 20.

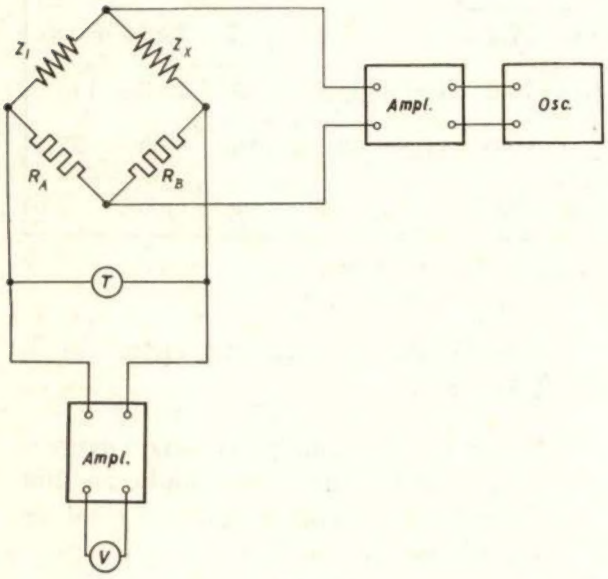


Fig. 20

Neste esquema as letras têm os seguintes significados:

$\dot{Z}x$ — Impedância a medir

$\dot{Z}_1$ — Impedância padrão

R_A — Resistência padrão não indutiva

R_B — Resistência padrão não indutiva.

Condição do equilíbrio da ponte

A condição de equilíbrio da ponte, será, como é óbvio, dada pela seguinte relação:

$$\dot{Z}_1 \times R_B = \dot{Z}x \times R_A$$

donde se pode concluir que:

a) $\varphi_x = \varphi_1$ (os ângulos de fase das duas impedâncias $\dot{Z}_1$ e $\dot{Z}x$ devem ser iguais).

b) $Z_x = Z_1 \dfrac{R_B}{R_A}$.

Material utilizado

Fonte de Alimentação de Energia

Como Fonte de Alimentação de Energia utilizámos um *oscilador* Siemens, tipo Rel. sum. 28 A, ligado directamente a um *amplificador* Siemens, tipo Rel. verst. 141 A, ambos cobrindo a banda de 30 a 10000 c/s.

Em série com a saída do amplificador foi ligada uma *resistência de regulação* destinada a manter, nas várias medidas a realizar, a impedância óptima de carga para o amplificador.

Em virtude de não ser suficiente a precisão dada pela leitura da escala do oscilador para a fixação da frequência, e em virtude de desejarmos fazer o nosso ensaio para frequências múltiplas de 50 c/s, foi utilizado um *dispositivo para fixação da frequência* constituído por um *oscilógrafo de feixe duplo,* Cossor, modelo 339, tendo uma das suas entradas ligada à saída do Amplificador e a outra entrada ligada à tensão do sector de 50 c/s cuja frequência era medida num *frequencímetro* de palhetas, Hartman & Brown, *de precisão.* A sincronização era dada pela tensão do sector. Nestas condições pudemos oscilografar simultâneamente as duas tensões, respectivamente do amplificador e do sector, e como a tensão de sincronização era de 50 c/s, só era possível que as tensões oscilografadas estivessem «paradas» no «écran» do oscilógrafo quando as suas frequências fossem múltiplas de 50 c/s. A curva da tensão do sector

estava então normalmente parada; a curva da tensão do amplificador estaria parada para frequências múltiplas de 50 c/s. Fazíamos então uma regulação grosseira da frequência, atendendo à escala do oscilador e uma regulação fina atendendo ao «écran» do oscilógrafo. A tensão do sector ligada ao oscilógrafo era obtida a partir de um *potenciómetro.*

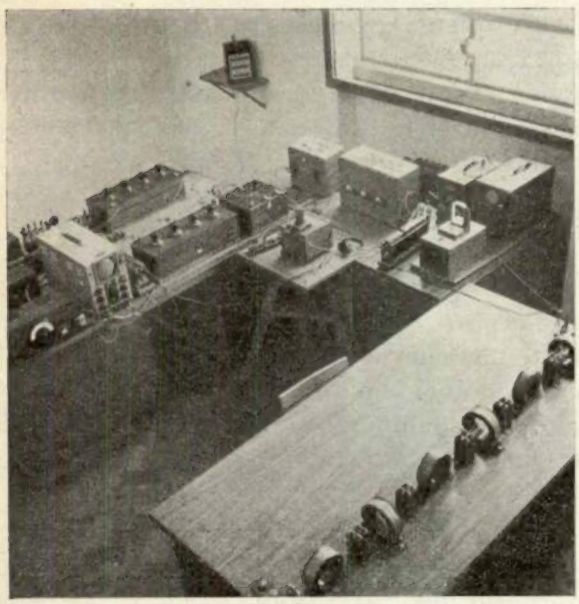


Foto 3

Instrumento de zero

Como instrumento de zero adoptámos a solução de utilizar um *amplificador de frequências acústicas,* Standard tipo RD-536-A, tendo a sua saída ligada a um *voltímetro electrostático,* H. & B. com escala de 150 volts. A tensão de saída deste amplificador é variável contìnuamente desde 0 até cerca de 250 Volts podendo fornecer uma potência de 10 Watts. A saída do amplificador era ligada a uma *resistência* regulável, assegurando a conveniente impedância de carga.

Com este dispositivo pudemos realizar, com toda a simplicidade, as medidas desejadas, determinando com precisão suficiente as condições de equilíbrio da ponte. Em paralelo com a entrada do Amplificador

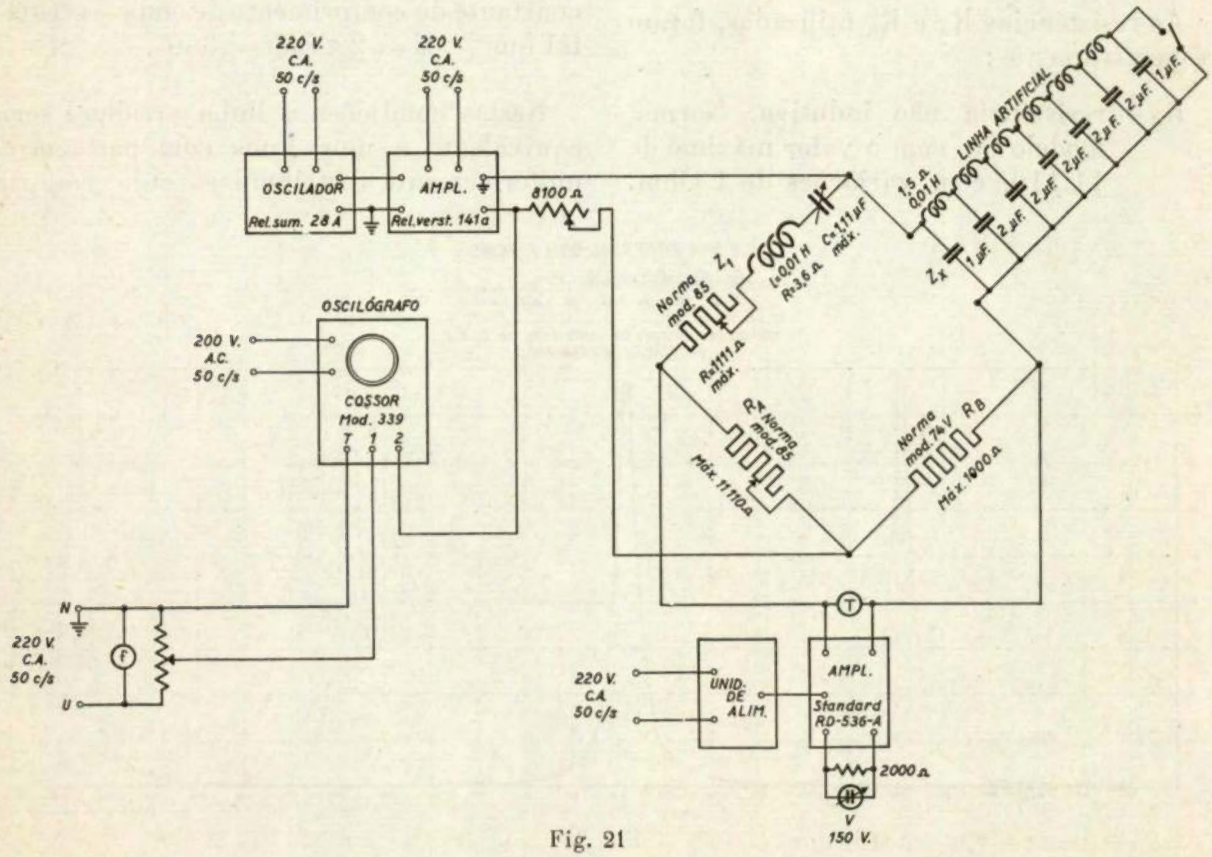


Fig. 21

ligámos ainda *auscultadores telefónicos,* para fins de verificação.

Impedância de comparação

Vimos que as condições de equilíbrio da ponte eram traduzidas pelas seguintes relações:

a) $\varphi_x = \varphi_1$

b) $Z_x = Z_1 \dfrac{R_B}{R_A}$

A impedância $\dot{Z}_1$ foi obtida utilizando os seguintes padrões:

—resistência não indutiva Norma, modelo 85, com o valor máximo de 1111 Ohms, com variações de 0,1 Ohm.

—bobina de auto indução, com dois enrolamentos independentes, cada com

$L = 0{,}01$ Henry
$R = 3{,}6$ Ohm

—condensador Cambridge, variável, com o valor máximo de 1,11 microfarads, com variações de 0,001 μF.

As resistências R_A e R_B utilizadas, foram respectivamente:

R_A — resistência não indutiva, Norma, modelo 85, com o valor máximo de 11.110, com variações de 1 Ohm.

R_B — resistência não indutiva, Norma, modelo 74 V, com valores fixos de 1.000, 10 ou 1 Ohm.

Esquema realizado

O esquema realizado está indicado na fig. 21, suficientemente elucidativa. Na Fot. 3 damos um aspecto geral dos instrumentos utilizados, ligados para a realização dos ensaios feitos.

Resultados obtidos

Os resultados obtidos nas medições realizadas para $\dot{Z}_a$ e $\dot{Z}_c$ estão marcados gràficamente nas curvas das figs. 22 e 23 e como vemos, coincidem aproximadamento com os valores calculados prèviamente e incluídos no Quadro 5.

3.2 *Estudo das condições de comportamento da linha, para a frequência tal que* $\beta N = 360°$

Vimos já em 2.3 que, para uma frequência $f = 1180$ c/s, resulta um valor para a constante de comprimento de onda $\beta = 1{,}048$ tal que $\beta \cdot N = 2\pi$ rad. $= 360°$.

Nestas condições a linha artificial seria equivalente a uma linha com parâmetros uniformemente distribuídos, cujo compri-

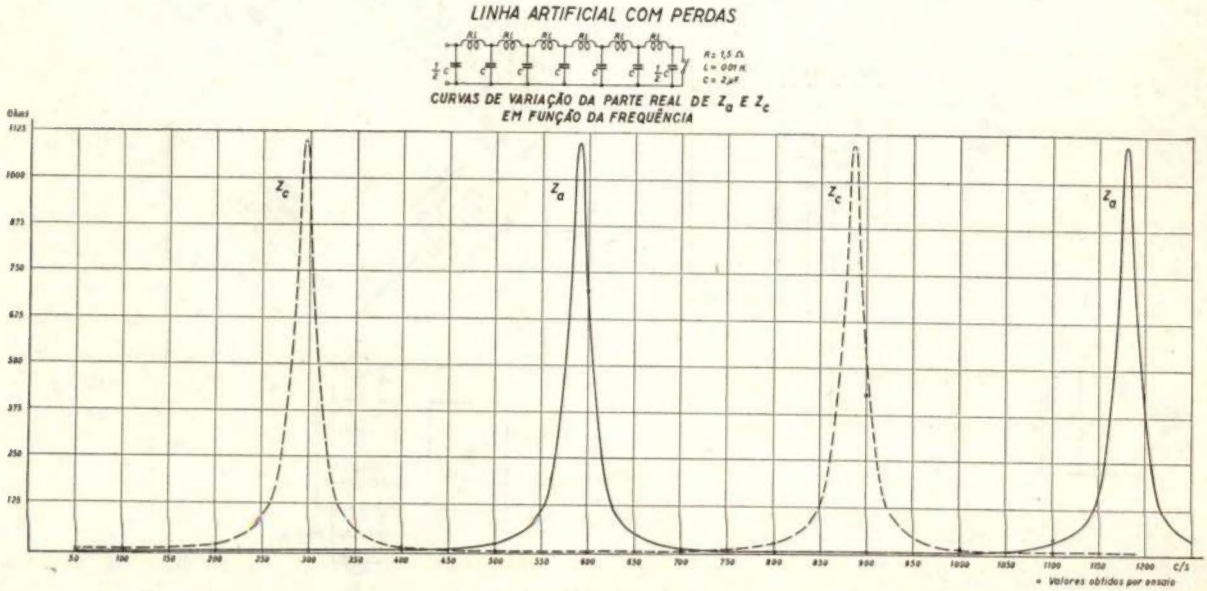


Fig. 22

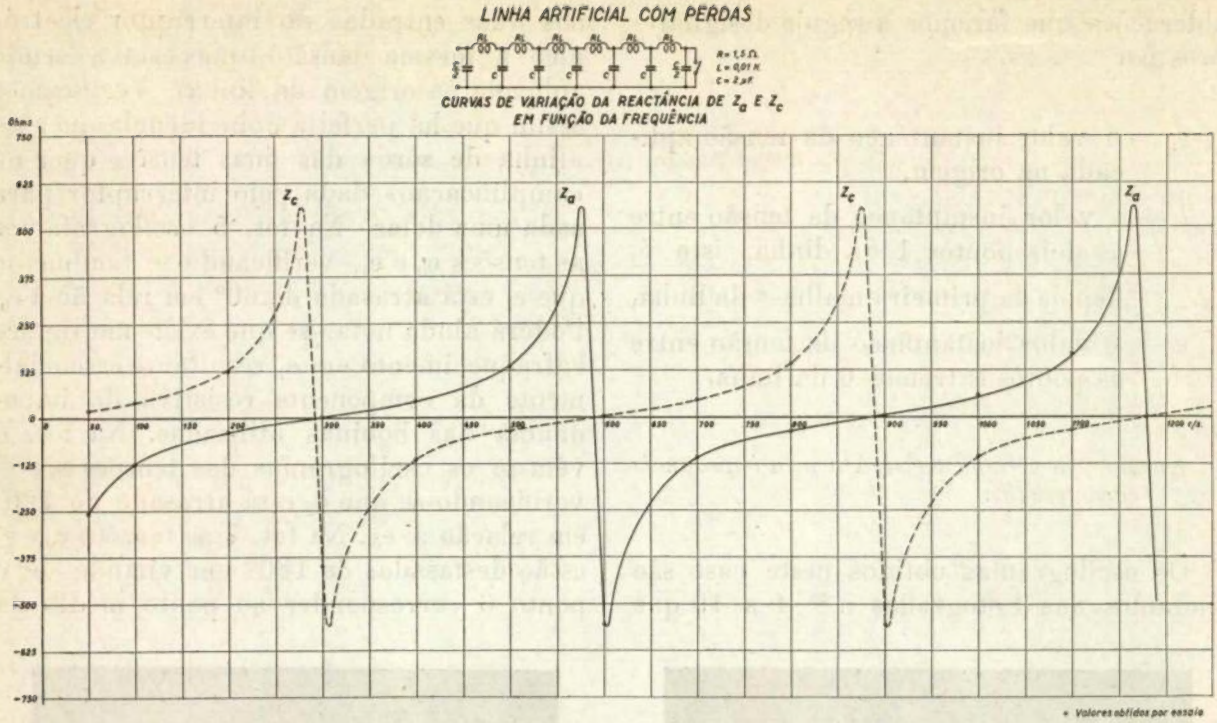


Fig. 23

mento físico fôsse igual ao comprimento de onda propagada.

O estudo que fizemos das condições de comportamento da linha consistiu essencialmente na obtenção de oscilogramas simultâneos de duas tensões, uma, a aplicada na origem da linha e outra, obtida nos diferentes pontos ao longo da linha artificial a que nos estamos referindo. Dois ensaios fundamentais foram realizados:

—com a linha terminada pela sua impedância característica.

—com a linha em circuito aberto na sua extremidade distante.

No Quadro de valores n.º 5 podemos concluir que para a frequência considerada será:

$$\dot{Z}_o = 81 - j\ 0{,}82 \text{ Ohm}$$

$$\dot{Z}_{\bar{a}} = 1100 - j\ 11 \text{ Ohm}$$

Condições de realização do ensaio

Na realização deste ensaio foram utilizados o oscilador e o amplificador Siemens modelos Rel. sum. 28 A e Rel. verst. 141a como fonte de alimentação de energia. A saída do amplificador era ligada à entrada da linha, tendo intercalada em série uma resistência variável utilizada para garantir a impedância óptima de carga do amplificador. As condições de terminação da linha eram as que correspondiam aos ensaios a realizar. No caso de a linha dever ser terminada por uma impedância igual à impedância característica, utilizámos uma impedância de terminação de $R_o = 81$ Ohm que difere ligeiramente do valor $\dot{Z}_o = 81 - j\ 0{,}82$ mas que permite obter resultados com suficiente aproximação. Para oscilografar simultâneamente as duas tensões a analisar foi utilizado um interruptor electrónico Du Mont modelo 185-A em conjunto com um oscilógrafo Philips. As duas tensões a oscilografar têm um ponto comum ligado à «Terra». Os outros dois pontos, um de cada tensão, foram ligados às duas entradas do interruptor electrónico. A saída deste foi ligada ao oscilógrafo Philips. A tensão de sincronização foi obtida directamente na saída do amplificador.

Consideremos então a linha artificial tal como está representada na fig. 19. Nas con-

siderações que faremos a seguir designaremos por

e_0 — o valor instantâneo da tensão aplicada na origem,

l_1 — o valor instantâneo da tensão entre os dois pontos 1 da linha, isto é,

... depois da primeira malha π da linha,

e_6 — o valor instantâneo da tensão entre os pontos extremos 6 da linha.

Ensaio com a linha terminada pela impedância característica

Os oscilogramas obtidos neste caso são incluídos nas Fotografias n.os 4 a 10 que comentamos a seguir. Na fotografia 4 apresentamos o oscilograma resultante de aplicar nas duas entradas do interruptor electrónico a mesma tensão (que estava sendo aplicada na origem da linha). Verificamos assim que há perfeita coincidência quer na «linha de zero» das duas tensões quer na «amplificação» dada pelo interruptor para cada uma delas. Na fot. 5 oscilografámos as tensões e_0 e e_1, verificando-se fàcilmente que e_1 está atrasada de 60° em relação a e_0. Poderá ainda notar-se que existe um ligeiro enfraquecimento em e_1 resultante essencialmente da componente resistiva da impedância das bobinas utilizadas. Na fot. 6 vêm-se os oscilogramas das tensões e_0 e e_2 verificando-se que e_2 está atrasada de 120° em relação a e_0. Na fot. 7 as tensões e_0 e e_3 estão desfasadas de 180° em virtude de o ponto 3 corresponder ao ponto médio da linha. É já aqui claramente nítido o enfraquecimento que resulta para e_3, comparada

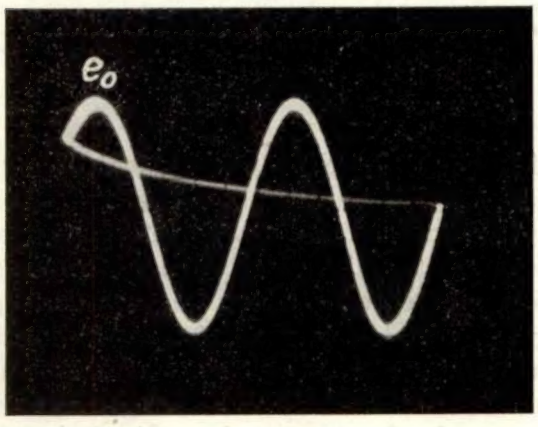


Foto 4

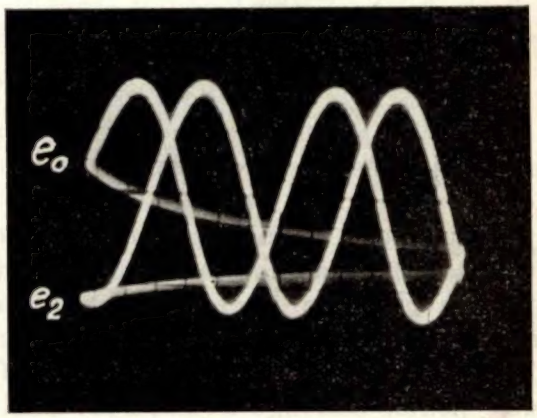


Foto 6

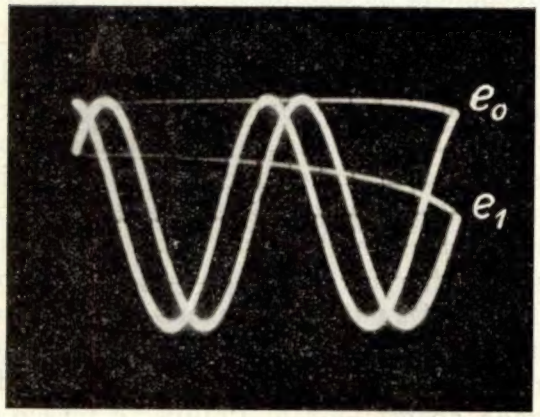


Foto 5

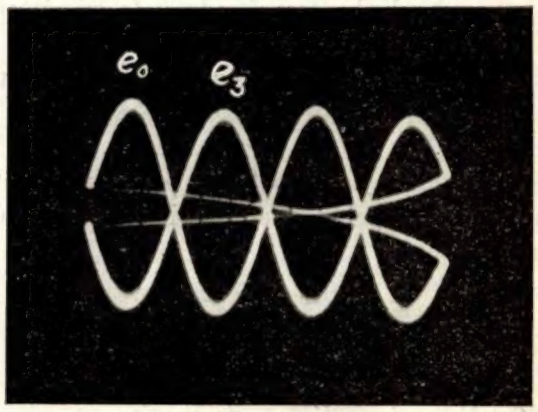


Foto 7

COMPRESSORES
E MATERIAL PNEUMÁTICO

CONSOLIDATED PNEUMATIC TOOL CO., LTD.
LONDRES

CHICAGO PNEUMATIC TOOL, CO.
NEW-YORK

A maior organização mundial de material pneumático

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

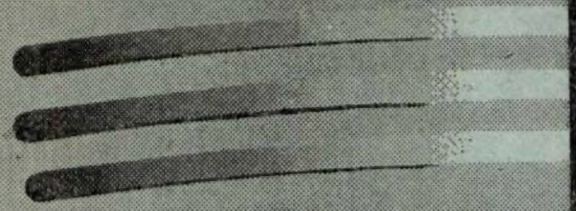
F. NÓBREGA DE LIMA, L.DA

SEDE:
Avenida 24 de Julho, 1, 2.º
LISBOA
Tel. 2 2192 - 2 2193
3 2419

SALAO DE EXPOSIÇÃO:
Largo de Santos, 5
LISBOA

DELEGAÇAO:
Rua Sá da Bandeira, 562, 3.º
PORTO
Tel. 2 2553

ESTIRAGEM



CAVILHAS
BARRAS
TUBOS
SECÇOES

em

LATÃO

BRONZE MANGANÊS

BRONZES DE ALTA RESISTENCIA

BRONZES DE ALUMINIO

SEGUNDO AS ESPECIFICAÇÕES DOS DEPARTAMENTOS DO GOVERNO E AS A.I.D.

AGENTES EM PORTUGAL

AHLERS, LINDLEY, LDA., RUA FERREGIAL DE BAIXO, 33-2.º LISBOA

THE MANGANESE BRONZE & BRASS CO. LTD

HANDFORD WORKS, IPSWICH TELEPHONE IPSWICH 2127 TELEGRAMS "BRONZE IPSWICH"

com e_0. Na fot. 8 a tensão e_4 está atrasada de 240° em relação a e_0. Na fot. 9 vemos que a desfasagem entre e_5 e e_0 é agora de 300°. No fot. 10 a tensão e_0 na origem da linha está em fase com a tensão no extremo distante e_6. Vê-se também agora com toda a nitidez o enfraquecimento resultante para e_6, proveniente das perdas introduzidas pela linha.

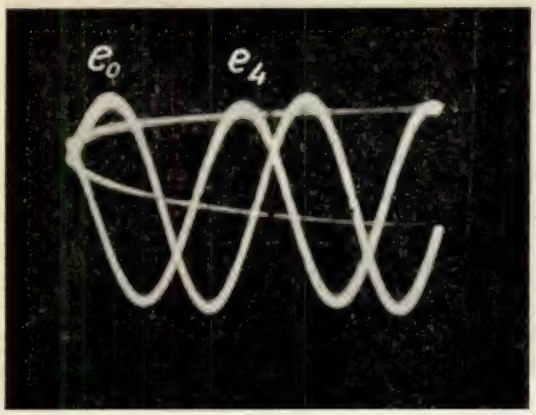


Foto 8

Os resultados obtidos são por si só tão significativos que não necessitam comentários adicionais. Desejamos apenas chamar a atenção para a perfeita concordância com as considerações teóricas apresentadas na primeira parte deste trabalho.

Ensaio com a linha em circuito aberto

Os oscilogramas obtidos neste caso são incluídos nas fotografias n.os 11 a 16 que a seguir comentamos. Na fot. 11, compara-

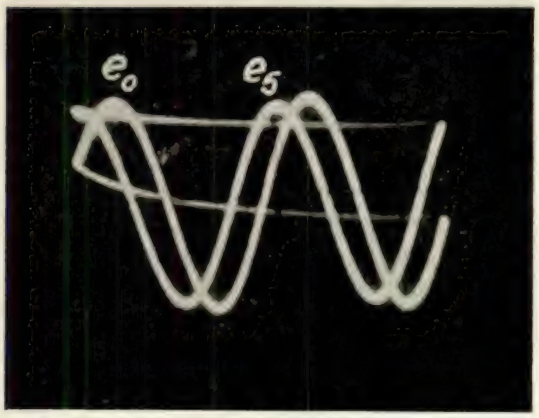


Foto 9

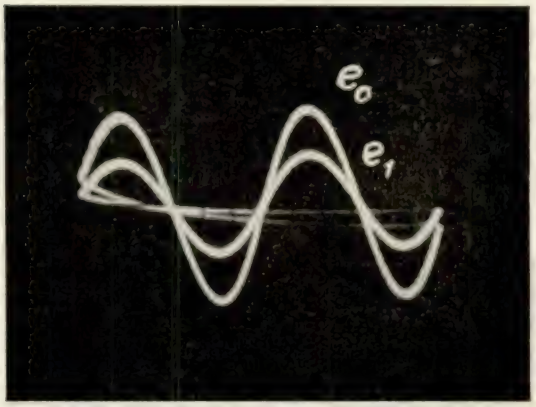


Foto 11

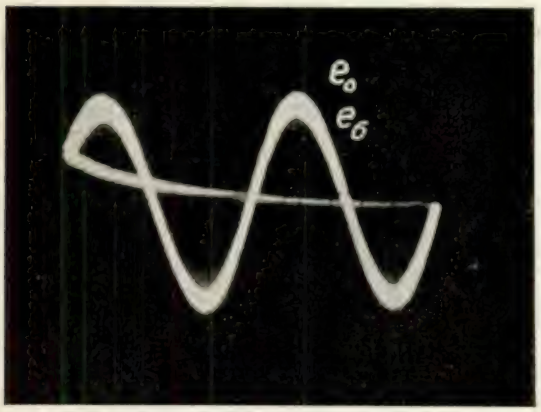


Foto 10

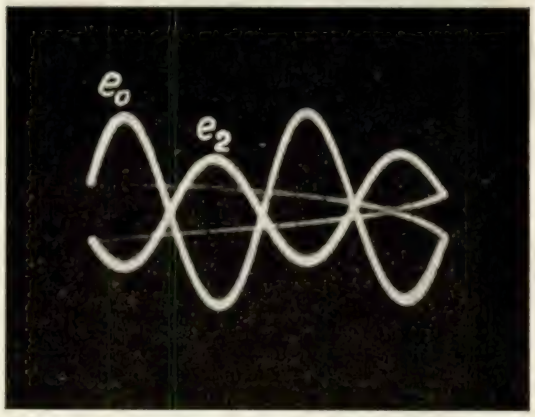


Foto 12

mos as tensões e_0 e e_1 que estão em fase. O valor máximo de e_1 será igual a metade do valor máximo de e_0 em virtude de os pontos 0 e 1 estarem afastados de $\frac{1}{6}$ de comprimento de onda. Na fot. 12 as tensões

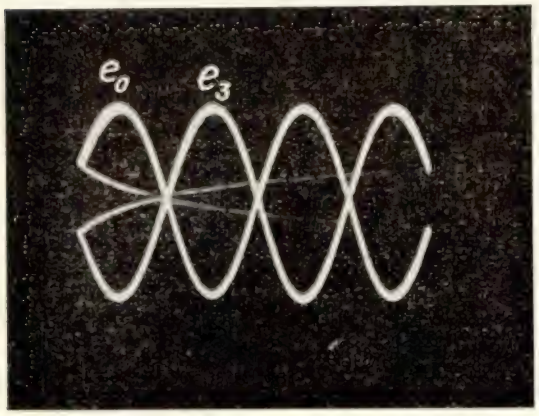


Foto 13

e_0 e e_2 estão desfasadas de 180° e também a relação das suas amplitudes é de 2:1. Na fot. 13 as tensões e_0 e e_3 têm a mesma amplitude e estão em oposição como seria de

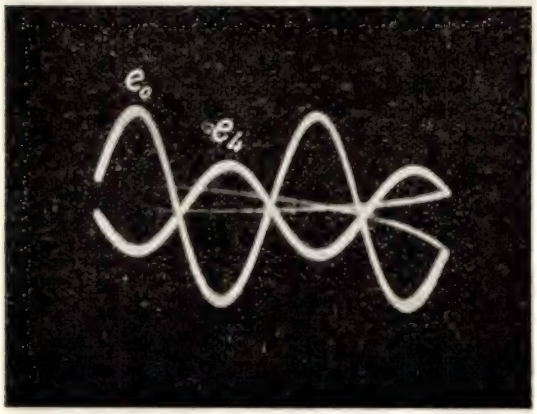


Foto 14

esperar. Na fot. 14, e_4 está em oposição em relação a e_0 e a sua amplitude será metade da amplitude de e_0. Na fot. 15 já as tensões e_0 e e_5 estão novamente em fase, mantendo-se a mesma relação de amplitudes. Na fot. 16 as tensões e_0 e e_6 estão em fase e têm aproximadamente a mesma amplitude. Dizemos «aproximadamente» em virtude de as perdas na linha, ainda neste caso se

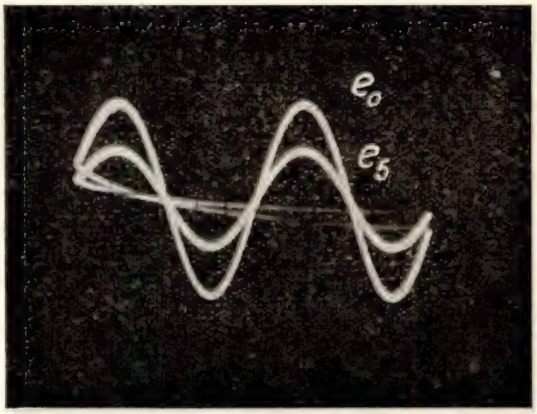


Foto 15

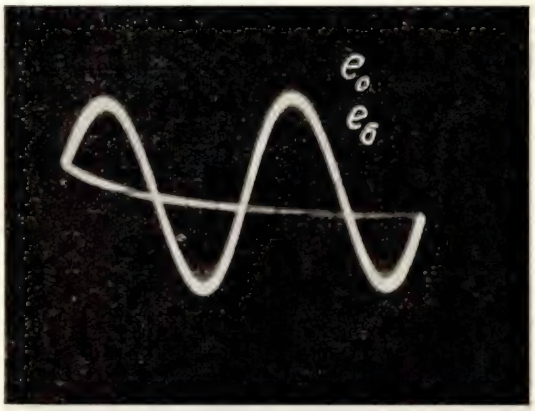


Foto 16

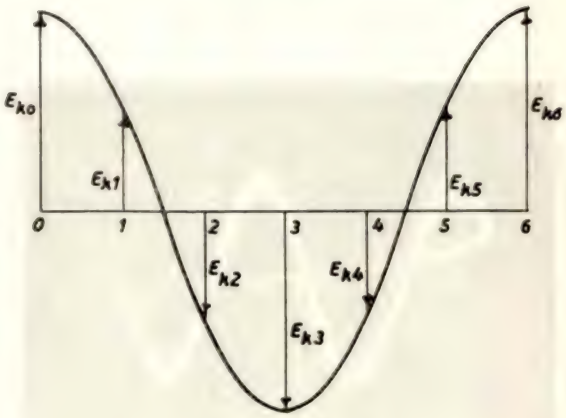


Fig. 24

fazerem sentir, embora quase não sejam apreciáveis.

Poderemos resumir os resultados obtidos na esperiência em vazio que referimos, analisando a representação esquemática da fig. 24.

Em abcissas marcamos os diferentes pontos da linha estudada. As respectivas ordenadas dar-nos-ão as amplitudes das tensões correspondentes. Desta figura podemos ainda concluir as relações de fase entre as diferentes tensões.

É fácil de verificar que esta curva está completamente de acordo com as deduções feitas na primeira parte deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

M. Abraham — R. Becker: *The Classical Theory of Electricity and Magnetism,* Blackie and Son, Ltd., Glasgow, 1932.

A. L. Albert: *Fundamentals of Telephony,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1943.

L. Brillouin: *Wave Propagation in Periodic Structures,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1946.

A. B. Bronwell and R. E. Beam: *Theory and Application of Microwaves,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1947.

G. A. Campbell and R. M. Foster: *Fourier Integrals for Practical Applications,* American Telephone and Telegraph Co., 1931.

J. R. Carson: *Electric Circuit Theory and the Operational Calculus,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1926.

H. Cotton: *The Transmission and Distribution of Electrical Energy,* Hodder and Stoughton Ltd, London, 1943.

W. L. Everitt: *Communication Enginneering,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1937.

J. Fallou: *Les réseaux de transmission de énérgie,* Gautier Villars, Paris, 1935.

Federal Telephone and Radio Corp.: *Reference Data for Radio Engineers,* New York, 1946.

R. S. Glasgow: *Principles of Radio Engineering,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1937.

E. A. Guillemin: *Communication Networks,* Jonh Wiley and Sons, New York, 1935.

B. Hague: *Alternawting Current Bridge Methods,* Sir Isaac Pitman and Sons Ltd, London, 1930.

A. Hund: *High Frequency Sistems,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1936.

A. Hund: *High Frequency Measurements,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1933.

K. S. Johnson: *Transmission Circuits for Telephonic Communication,* D. Van Nostrand Co., New York, 1947.

R. W. P. King, H. R. Mimno and A. H. Wing: *Transmission Lines, Antennas and Wave Guides,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1945.

R. W. P. King: *Electromagnetic Enineering,* Vol. 1, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1945.

A. E. Knowlton: *Standard Handbook for Electrical Engineers,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1941.

R. R. Lawrence: *Principles of Alternating Currents,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1935.

W. W. Lewis: *Transmission Line Engineering,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1928.

N. Marchand: *Ultrahigh Frequency Transmission and Radiation,* John Wiley and Sons, New York, 1947.

G. Oberdorfer: *Lehrbuch der Elektrotechnik,* Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, 1940.

R. I. Sarbacher and W. A. Edson: *Hyper and Ultrahigh Frequency Engineering,* John Wiley and Sons, New York, 1943.

S. A. Schelkunoff: *Electromagnetic Waves,* D. Van Nostrand and Co., New York, 1943.

P. J. Selgin: *Electrical Transmission in Steady State,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1946.

T. E. Shea: *Transmission Networks and Wave Filters,* D. Van Nostrand Co., New York, 1929.

J. C. SLATER: *Microwave Transmission,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1942.

W. R. SMITHE: *Static and Dynamic Electricity,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1939.

J. A. STRATTON: *Electromagnetic Theory,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1941.

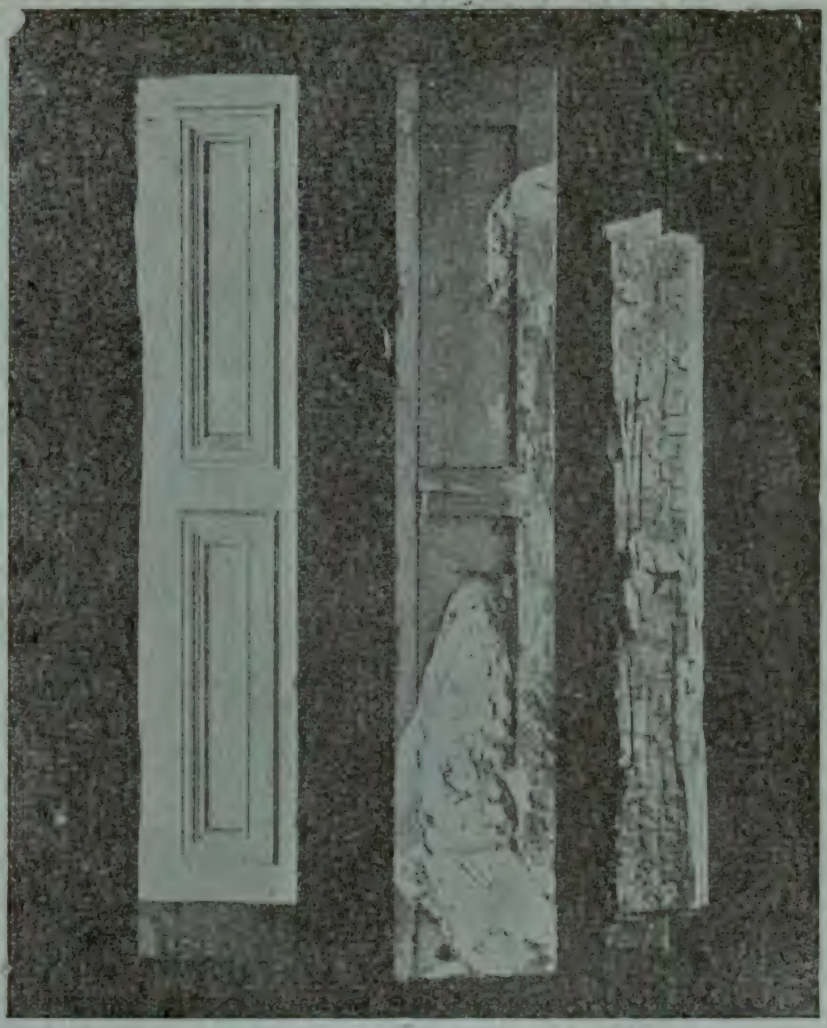
F. E. TERMAN: *Measurements in Radio Engineering,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1935.

F. E. TERMAN: *Radio Engineers Handbook,* Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1943.

F. VILBIG: *Lehrbuch der Hochfrequenztechnik,* Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H., Leipzig, 1939.

TECNICA
456

... CUPRINOL TEM MUITAS IMITAÇÕES E ATÉ FALSIFICAÇÕES



A MADEIRA PRECISA DE PROTECÇÃO ANTES DE SER APLICADA . . .

CUPRINOL, é um produto fabricado na Inglaterra, que evita os ataques dos insectos roedores da madeira, tais como: Escaravelho, Besoiro, Formiga Branca, etc.

CUPRINOL, aplicado nas madeiras, evita a humidade que é causadora dos ataques fungosos a que vulgarments se chama caruncho.

CUPRINOL, é distribuido em três tipos, verde, castanho e incolor. Um galão de Cuprinol (4 litros e meio) cobre uma superficie de 30 a 35 metros quadrados de madeira em tosco e 40 a 45 metros quadrados de madeira aparelhada.

Nas casas agrícolas, o CUPRINOL emprega-se nos soalhos e tetos, portas e portões, vedações, estacas, postes, latadas, caniços, carroças e carros de mão, etc., etc.

Distribuimos também um tipo de CUPRINOL 30-14 que serve para evitar o apodrecimento das redes de pesca, cordas, etc.

SE NÃO HOUVER UM AGENTE ROBBIALAC NA SUA TERRA TEREMOS MUITO PRAZER EM LHE FORNECER INFORMAÇÕES

SOCIEDADE ROBBIALAC, LIMITADA

15, RUA NOVA DO CARVALHO // LISBOA // TELEFONE 27000

FAIRBANKS MORSE & CO. INC.

NEW-YORK — E. U. A.

Motores eléctricos para corrente alterna ou contínua de 3/4 a 500 HP, normais ou especiais para várias indústrias

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

F. NÓBREGA DE LIMA, L.DA

SEDE:
Avenida 24 de Julho, 1, 2.º
LISBOA
Tel. 22192-22193
3 2419

SALAO DE EXPOSIÇÃO:
Largo de Santos, 5
LISBOA

DELEGAÇÃO:
Rua Sá da Bandeira, 562, 3.º
PORTO
Tel. 2 2553

SECAGEM

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES
Assistente do I. S. T.

(Continuação)

C. D. 66.047.001

CAPÍTULO II

ESTUDO DA TRANSMISSÃO DE CALOR

a) *Transmissão por convecção e condução*

1) *Generalidades*

No artigo sobre «Extracção» (1), apresentou-se a expressão geral da transmissão de calor que é da forma

$$\frac{dQ}{dt} = h_c (\theta_o - \theta)\, dS ,$$

em que Q é a quantidade de calor, t o tempo, θ a temperatura, h_c o coeficiente de transmissão do calor e dS a superfície perpendicular à direcção de transmissão.

Como se viu, também, a expressão da condução é dada pela lei de Fourier, cuja expressão é

$$\frac{dQ}{dt} = k \frac{d\theta}{dx}\, dS = k \frac{\theta_o - \theta}{L}\, dS ,$$

e em que k é o coeficiente de condução do calor ou condutividade calorífica.

Em geral, a troca de calor efectua-se entre dois fluídos separados por uma parede metálica ou não e, por isso, a transmissão compõe-se da convecção através de cada um dos fluidos (que como se sabe corresponde à condução através de filmes situados junto às superfícies de separação) e da condução através da parede.

Sejam h_c e h'_c os coeficientes de transmissão através dos dois filmes e k o coeficiente condução da parede. Se forem θ_1 e θ_2, as temperaturas na massa dos fluidos mais quente e mais frio e θ_{1p} e θ_{2p} as temperaturas junto das paredes respectivas, ter-se-á, se a transmissão for permanente (1),

$$\theta_1 - \theta_{1p} = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h_c\, dS_1}$$

$$\theta_{1p} - \theta_{2p} = \frac{dQ}{dt} \int \frac{dx}{k dS}$$

$$\theta_{2p} - \theta_2 = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h'_c\, dS_2} .$$

Somando ordenadamente, ter-se-á

$$\theta_1 - \theta_2 = \left(\frac{1}{h_c\, dS_1} + \int \frac{dx}{k\, dS} + \frac{1}{h'_c\, dS_2} \right) \frac{dQ}{dt} .$$

O caso mais importante na prática, é o de tubos de paredes cilíndricas, para as

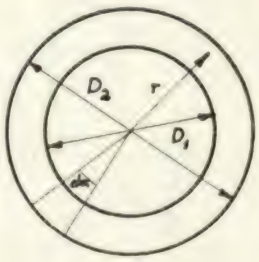


Fig. 5

quais $dx = dr$ e $dS = cr\, d\alpha$ (fig. 5), sendo c o comprimento do tubo.

(1) «Técnica» n.º 184, pág. 1010.

(1) Como se sabe do «Transporte de Líquidos», um fenómeno diz-se permanente se não depende do tempo.

Será, portanto,

$$\int \frac{dx}{k\,dS} = \int_{\frac{D_1}{2}}^{\frac{D_2}{2}} \frac{dr}{kc\,r d\alpha} = \frac{1}{kc\,d\alpha} \log \frac{D_2}{D_1} .$$

Se o integral fosse estendido a toda a superfície bastava substituir $d\alpha$ por 2π e, portanto, nos cálculos, dS pode ser substituído por S. Ter-se-á, pois,

$$\int \frac{dx}{kdS} = \frac{1}{2\pi kc} \log \frac{D_2}{D_1} = \frac{1{,}15}{\pi kc} \log_{10} \frac{D_2}{D_1} ,$$

Substituindo, também dS_1 e dS_2 por S_1 e S_2, ter-se-á

$$S_1 = \pi D_1 c$$
$$S_2 = \pi D_2 c$$

Portanto [1]

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\pi c\,(\theta_1 - \theta_2)}{\frac{1}{h_c D_1} + \frac{1{,}15}{k} \log_{10} \frac{D_2}{D_1} + \frac{1}{h'_c D_2}}$$

No caso particular da parede ser plana, será $S_1 = S_2 = S =$ constante; logo

$$\int \frac{dx}{k\,dS} = \int_{\frac{D_1}{2}}^{\frac{D_2}{2}} \frac{dr}{kS} = \frac{1}{kS}\left(\frac{D_2}{2} - \frac{D_1}{2}\right) = \frac{L}{kS} ,$$

sendo L a espessura da parede.

Portanto

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{\frac{1}{h_c} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h'_c}}$$

Fazendo

$$\frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h'_c}} = K_c ,$$

será

$$\frac{dQ}{dt} = K_c\,(\theta_1 - \theta_2)\,S ,$$

sendo K_c o coeficiente de transmissão total [2].

2) *Valores de k*

Os valores do coeficiente de condução k são dados em tabelas.

As suas unidades são

$$[k] = \frac{[\text{caloria}] \,.\, [T^{-1}]}{[\text{grau}] \,.\, [L^{-1}] \,.\, [L^2]} =$$

$$= [\text{caloria}] \,.\, [L^{-1}]\ [\text{grau}^{-1}]\ [T^{-1}]$$

Estas tabelas costumam exprimir k em pequenas calorias por centímetro, grau centígrado e segundo (por exemplo em «Handbook of Chemistry, de Norbert Lange, pág. 1518 a 1524); em grandes calorias por metro grau centígrado e hora e em Btu por pé grau Fahrnheit e hora (por exemplo, «Chemical Engineers' Handbook», de J. Perry e W. S. Calcott, pág. 748 e seguintes).

O valor de k varia com a temperatura, em geral, linearmente; no entanto, para o assunto em estudo não tem interesse considerar este ponto em detalhe, tanto mais que as tabelas indicam as temperaturas a que os valores são dados.

---

(1) Se a parede dos tubos fosse constituída por coroas de materiais de diferentes coeficientes de condução k_i seria

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\pi c\,(\theta_1 - \theta_2)}{\frac{1}{h_c D_1} + \frac{1}{h_c D_2} + \frac{1{,}15}{k_1} \log_{10} \frac{D'}{D_1} + \frac{1{,}15}{k_2} \log_{10} \frac{D''}{D_1} + \ldots + \frac{1{,}15}{k_n} \log_{10} \frac{D_2}{D^{(n-1)}}}$$

sendo D', D'' ... $D^{(n-1)}$ os diâmetros exteriores das diferentes coroas.

(2) Se a parede for construída por várias camadas sobrepostas será

$$K_c = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h'_c} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \ldots}$$

3) *Valores de h_c*

As dimensões de h_c são

$$[h_c] = \frac{[\text{caloria}] \cdot [T^{-1}]}{[\text{grau}] \cdot [L^2]} = [\text{caloria}]\ [L^{-2}]\ [\text{grau}^{-1}]\ [T^{-1}].$$

A forma de expressão de h_c determina-se, como no caso dos coeficientes de progressão h (estudados na Extracção) por um raciocínio de análise dimensional, em que se fazem intervir as variáveis, U, ρ, d, μ, k, C, sendo C o calor específico. Será, portanto,

$$[\text{caloria}] \cdot [L^{-2}] \cdot [\text{grau}^{-1}]\ [T^{-1}] =$$
$$= [LT^{-1}]^{\alpha} \cdot [ML.^{-3}]^{\beta} \cdot [L]^{\gamma} \cdot [L^{-1}MT^{-1}]^{\delta} \cdot$$
$$\cdot [\text{caloria}\ L^{-1}\ \text{grau}^{-1}\ T^{-1}]^{\varepsilon} \cdot [\text{caloria}\ M^{-1}\ \text{grau}^{-1}]^{\varphi},$$

$$\begin{cases} 1 = \varepsilon + \varphi \\ -2 = \alpha - 3\beta + \gamma - \delta - \varepsilon \\ -1 = -\varepsilon - \varphi \\ -1 = -\alpha - \delta - \varepsilon \\ 0 = \beta + \delta - \varphi \end{cases}$$

Destas equações, tira-se

$$\beta = \alpha$$
$$\gamma = \alpha - 1$$
$$\delta = -\alpha + \varphi$$
$$\varepsilon = 1 - \varphi \quad .$$

O valor de h_c será, portanto,

$$h_c = K\ U^{\alpha}\ \rho^{\alpha}\ d^{\alpha} \cdot d^{-1} \cdot \mu^{-\alpha} \cdot \mu^{\varphi} \cdot k \cdot$$
$$k^{-\varphi} \cdot C^{\varphi} = K \frac{k}{d} \left(\frac{U \rho d}{\mu}\right)^{\alpha} \left(\frac{C \mu}{k}\right)^{\varphi},$$

em que K é uma constante (1), $\frac{C\mu}{k} = P_r$ tem o nome de número de Prandtl, e $\frac{U \rho d}{\mu} = N$ é o número de Reynolds, como se sabe.

Os valores de K, α e φ variam conforme os casos. (2)

(1) Esta expressão já tinha sido apresentada na Extracção.

(2) Deve notar-se que a relação $\frac{h_c\, d}{k} = Nu$ é também um número sem dimensões que tem o nome de número de Nusselt.

I) *Fluidos no interior de tubos*

Neste caso, a expressão de h_c tem o nome de equação de Dittus-Boelter e as constantes têm os seguintes valores:

$K = 0{,}0225$
$\alpha = 0{,}8$
$\varphi = 0{,}4$ ou $0{,}3$, conforme o fluido estiver mais frio ou mais quente que a parede do tubo.

Esta expressão é válida para $2.500 < N < 160.000$ e $0{,}73 < Pr < 95$.

O valor d representa o diâmetro do tubo se este for circular; no caso de não ser circular, d é substituído por $4\bar{r}$ ($\bar{r}$ — raio hidráulico), como se sabe.

II) *Fluidos no exterior de tubos*

α — *Movimento paralelo ao eixo dos tubos*

Há poucos dados para este caso, mas em primeira aproximação, pode usar-se a expressão anterior substituindo d por $4\bar{r}'$.

β — *Movimento perpendicular ao eixo dos tubos*

No caso de um tubo único, a expressão de h, tem o nome de equação de Ulsamer e os valores das constantes são dados no quadro VI.

QUADRO VI

N	K	α	φ
0,1 a 50	0,91	0,385	0,31
50 a 10.000	0,60	0,50	0,31

Os valores das variáveis devem ser tomadas ao valor médio de θ_1 e $\theta_1 p$ ou de θ_2 e $\theta_2 p$.

No caso de um feixe de tubos, utiliza-se a expressão de Reiher, para a qual $K = 0{,}131$, $\alpha = 0{,}7$ e $\varphi = 0$; neste caso o valor de U que se toma é o valor máximo da velocidade, isto é, nos pontos em que os tubos estão mais próximos.

III) *Convecção natural*

Se o fluido estiver em repouso, a diferença de temperatura provocada pela presença da parede metálica dá origem a um movimento natural do fluido a que se dá o nome de convecção natural, a qual tem de ser estudada em conjunto com a transmissão por radiação.

b) *Transmissão de calor por radiação*

1) *Radiação dos corpos negros*

Como se sabe([1]), a produção de ondas electromagnéticas baseia-se no oscilador de Herz que constituiu o primeiro passo para a construção das actuais estações emissoras. Os comprimentos de onda que se obtêm variam entre 0,3 cm e 10.000 metros a que correspondem frequências entre 100.000 megaciclos e 30 kilociclos (10^{11} a 3×10^4 herz).

Como se sabe, também ([2]), as ondas luminosas (incluindo as radiações visíveis, infra-vermelhas e ultra violetas) são ondas electromagnéticas de comprimentos de ondas inferiores com os seguintes valores aproximados:

Radiações visíveis:

4.000 a 8.000 Å ([3]) ($7{,}5 \times 10^{14}$ a $3{,}75 \times 10^{14}$ herz) = 0,4 a 0,8 μ

Radiações infravermelhas:

8.000 a 5.000.000 Å ($3{,}75 \times 10^{14}$ a 6×10^{11} herz) = 0,8 a 500 μ

Radiações ultravioletas:

21 a 4.000 Å ($1{,}43 \times 10^{17}$ a $7{,}5 \times 10^{14}$ herz) = = 0,0021 a 0,4 μ

Admite-se que estas radiações de pequeno comprimento de onda são devidas a osciladores electromagnéticos de dimensões atómicas e com cargas eléctricas da ordem de grandeza da carga elementar, isto é, da carga do electrão ([1]). Demonstra-se experimentalmente, que qualquer corpo a uma temperatura superior à do zero absoluto, emite radiações cujo comprimento de onda depende da temperatura: a baixas temperaturas as radiações são infravermelhas, passando a visíveis quando a temperatura atinge um certo valor.

Como se sabe, também, a existência das ondas electromagnéticas é acompanhada por um fluxo de energia que tem o nome de energia radiante e cujo valor é dado pelo fluxo do vector de Poynting

$$\int \frac{c}{4\pi} (E \wedge H)\, dS ,$$

em que c é a velocidade da luz, E o campo eléctrico e H o campo magnético (como se sabe, para fazer o cálculo em unidades c. g. s., E é medido em unidades electrostáticas e H em unidades electromagnéticas).

Como se sabe, os vectores E e H são perpendiculares entre si e, portanto o vector de Poynting é perpendicular ao plano de E e H, isto é, coincide com a direcção de propagação das ondas.

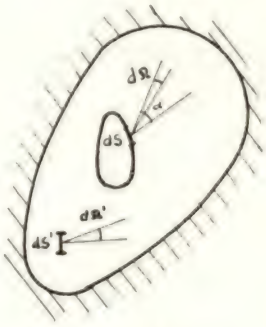


Fig. 6

Para determinar o valor da energia radiante, consideremos um corpo situado numa cavidade, em equilíbrio termodinâmico à temperatura T (fig. 6).

([1]) Física Geral e Experimental — Ondas electromagnéticas.

([2]) Física Geral e Experimental — Teoria Electromagnética de luz.

([3]) Como se sabe, Å representa ångström = 10^{-8} cm.

([1]) Química Inorgânica Princípios de Química Física — Constituição dos Átomos.

([2]) Física Geral e Experimental — Ondas electromagnéticas.

Demonstra-se no estudo da Ótica, que a energia radiante φ_λ emitida por unidade de tempo, por uma superfície dS, num cone de ângulo sólido $d\Omega$ e para um comprimento de onda compreendido entre λ e $\lambda + d\lambda$, é dada pela equação diferencial

$$d^3 \varphi_\lambda = \sigma_\lambda \cos \alpha \, dS \, . \, d\Omega \, . \, d\lambda ,$$

em que α é o ângulo do eixo do cone com a normal à superfície dS e σ_λ tem o nome de *brilho energético específico* (1). Se a emissão é puramente térmica, isto é, se se faz ùnicamente à custa do calor fornecido ao corpo, o valor de σ_λ depende só de λ e da temperatura T.

Por outro lado, a energia radiante φ'_λ que atravessa uma superfície qualquer dS' da cavidade na unidade de tempo num ângulo sólido $d\Omega'$ normal a dS', para um comprimento de onda compreendida também entre λ e $\lambda + d\lambda$ é dada pela expressão

$$d^3 \varphi'_\lambda = i_\lambda \, dS' \, d\Omega' \, d\lambda ,$$

em que i_λ tem o nome de *intensidade específica da radiação*, e só depende, também de λ e T.

O valor de i_λ é dado pela fórmula de Planck

$$i_\lambda = \frac{h}{\lambda^5} \cdot \frac{c^2}{e^{\frac{h c}{k \lambda T}} - 1} ,$$

em que c é a velocidade da luz (3×10^{10} cm seg^{-1}), h a constante de Planck ($h = 6{,}61 \times 10^{-27}$ erg seg) e k a constante de Boltzmann ($k = 1{,}38 \times 10^{-16}$ erg. g K^{-1}). A representação gráfica de i_λ em função de λ é dada na figura 7.

Aplicando a expressão de $d^3 \varphi'_\lambda$ à superfície dS, ter-se-á

$$d^3 \varphi'_\lambda = i_\lambda \cos \alpha \, dS \, d\Omega \, d\lambda .$$

(1) O valor de φ_λ vem expresso como um infinitésimo de 3.ª ordem por ser dado pelo produto de três infinitésimos de 1.ª ordem.

Desta energia radiante que atravessa a superfície dS, uma fracção r_λ (factor de reflexão) é reflectida e outra fracção a_λ (factor de absorpção) e absorvida pelo corpo (sendo, evidentemente $r_\lambda + a_\lambda = 1$).

Se existir equilíbrio termodinâmico, a quantidade de energia radiante emitida deve ser igual à absorvida, isto é

$$\iiint (\sigma_\lambda - a_\lambda \, i_\lambda) \cos \alpha \, dS \, d\Omega \, d\lambda = 0 ,$$

ou

$$\sigma_\lambda = a_\lambda \, i_\lambda$$

Esta expressão representa a lei de Kirchhoff, e indica que a energia radiante emitida por um corpo é igual à energia por ele absorvida.

Pode acontecer que $a_\lambda = 1$ e, portanto $r_\lambda = 0$, o que significa que toda a energia radiante é absorvida; neste caso, será

$$\sigma_\lambda = i_\lambda$$

Esta relação exprime que, neste caso, a intensidade específica de radiação em equilíbrio térmico na cavidade é igual ao brilho energético específico; a esta radiação dá-se o nome de *radiação negra* que é a radiação dos chamados *corpos negros* (1) para os quais $a_\lambda = 1$, isto é, a energia radiante é totalmente absorvida (2) e portanto emitida.

Consideramos um corpo negro e calculamos a *densidade da radiação* D, isto é a quantidade de energia existente na unidade de volume; será

$$D = \frac{d \varphi_\lambda}{d v} \, . \, dt ,$$

sendo dt o tempo necessário para a radiação atravessar o volume dv.

Mas $d\varphi_\lambda$ é obtido integrando a expressão

(1) O negro de fumo é pràticamente um corpo negro visto que $r_\lambda \sim 0{,}01$.

(2) Demontra-se que os corpos negros emitem luz natural não polarizada e que o brilho energético σ_λ não depende de α, nem da natnreza do corpo negro.

$d_3 \varphi_\lambda$ a todo o espaço e a todos os comprimentos de onda; portanto

$$d\,\varphi_\lambda = \cos\alpha\; dS \int_0^{4\pi} d\,\Omega \int_0^{\infty} \sigma_\lambda\, d\,\lambda =$$

$$= 4\,\pi\; dS' \int_0^{\infty} i_\lambda\, d\,\lambda\ ,$$

sendo dS' a projecção da área dS sobre o plano perpendicular ao eixo do cone de $d\,\Omega$ para cada valor de α.

O valor de D será pois

$$D = \frac{d\,\varphi_\lambda}{dv}\, d\,t = \frac{4\,\pi\, dS' \int_0^{\infty} i_\lambda\, d_\lambda}{dS'\,.\,dx}\,.\,d\,t =$$

$$= \frac{4\,\pi\,\Sigma}{\frac{dx}{dt}} = \frac{4\,\pi\,\Sigma}{c}$$

sendo dx o comprimento percorrido na direcção de propagação durante o tempo $dt\,(dv = dS'\,.\,dx)$, c a velocidade de propagação $\frac{dx}{dt}$ (velocidade da luz) e $\Sigma = \int_0^{\infty} i_\lambda\, d\,\lambda$ a que se dá o nome de *brilho energético total.* O valor de Σ representa a quantidade total de energia de radiação e o seu valor calcula-se pela área compreendida entre a curva $i_\lambda = i_\lambda\ (\lambda)$ e o eixo das abcissas (fig. 7).

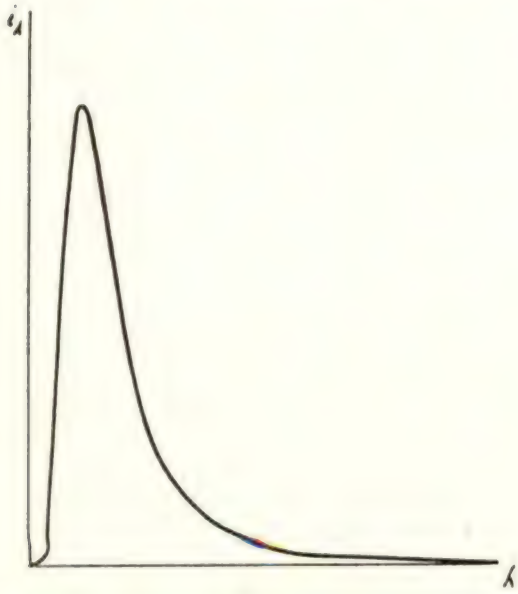


Fig. 7

As dimensões de D são de uma energia por unidade de volume ou seja

$$[D] = \frac{[L^2\, M\, T^{-2}]}{[L^3]} = [L^{-1}\, M\, T^{-2}]$$

que são as dimensões de uma pressão. Se a superfície de radiação fôr plana e em frente existir uma superfície igual à de radiação com possibilidade de ter um movimento na direcção da perpendicular comum (fig. 8),

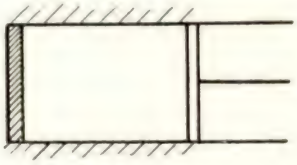


Fig. 8

a pressão na superfície móvel pode supor-se em primeira aproximação, igual a 1/3 do valor de D, (1)

$$p = \frac{1}{3}\, D$$

Efectuemos uma expansão isotérmica do volume representado na figura 8 e apliquemos a esta transformação a fórmula de Helmholtz (2)

$$\Delta U = \Delta F - T\,\frac{d\Delta F}{dT}\,,$$

em que U representa a energia interna e F a energia livre ($F = U - T\,S$, em que S é a entropia).

Diferenciando, tem-se

$$dU = dF - T\,\frac{d}{dT}\,(dF)$$

Se for dv a variação de volume, será $dU = -D\,dv$. (Porque D é a pressão correspondente à radiação),

$$dF = -\,d\tau^{(1)} = p\,dv = \frac{D}{3}\,dv\ ,$$

$$\frac{d}{dT}\,(dF) = \frac{dD}{dT}\,.\,\frac{dv}{3}\ \text{(porque v é independente de T).}$$

(1) Este raciocínio é análogo ao que se fez para a Filtração («Técnica», n.º 189, pág. 217).

(2) Física Geral e Experimental — Termodinâmica.

Substituindo, vem

$$\frac{4\,D}{3}\,dv = T\,\frac{dD}{dT}\,\frac{dv}{3}\,,\ \text{ou}$$

$$4\,\frac{dT}{T} = \frac{dD}{D}$$

Integrando, vem

$$D = K\,T^4$$

Mas, como $D = \frac{4\,\pi\,\Sigma}{c}$, vem

$$\Sigma = K'\,T^4$$

que é a lei de Stefan-Boltzmann.

A quantidade de calor emitida é proporcional ao brilho energético total; por outro lado, convém referir a constante K à unidade de área e finalmente, entrando em consideração com as diferenças de temperatura, entre o corpo emissor T_1, e o corpo receptor T_2, obtém-se a expressão usual

$$\frac{dQ}{dt} = CS\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right]$$

Para C pode tomar-se o valor C = 4,96 grandes calorias por m^2 hora e (grau C)^4, ou C = 0,174 Btu por pé quadrado hora e (grau F)^4.

O valor de $\frac{dQ}{dt}$, à parte as unidades, é dado pela área indicada na figura 7. Na figura 9 indicam-se concretamente quais as curvas reais para $\theta = 1200°$ C e $\theta = 1000°$ C.

2) *Radiação de corpos não negros*

Como vimos, pela lei de Kirchhoff

$$\sigma_\lambda = a_\lambda\ i_\lambda$$

e, portanto, pode concluir-se que se a_λ não for igual à unidade, o valor de D será

$$D = \frac{4\,\pi\,a_\lambda\,\Sigma}{c}\,,$$

de onde resulta

$$\frac{dQ}{dt} = C'\,S\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right]\,,$$

sendo

$$C' = a_\lambda\,C$$

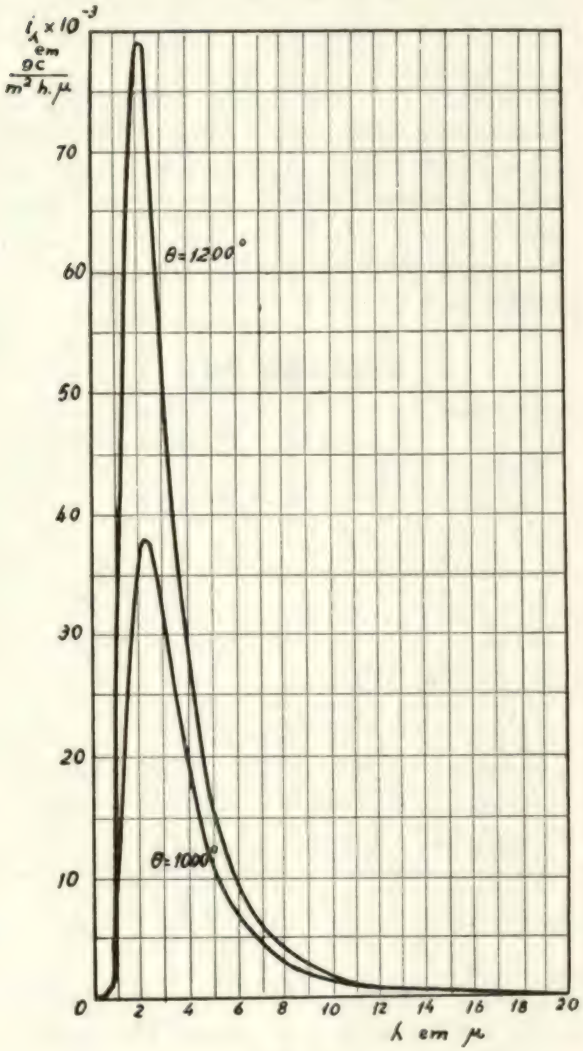


Fig. 9

Na prática este raciocínio não é rigorosamente verdadeiro, por duas razões:

1) A lei de Kirchhoff só é válida para os corpos chamados *cinzentos* (1), que são aqueles que absorvem uma certa percentagem de todas as radiações absorvidas pelo corpo

(1) A designação de cinzento é independente da cor do corpo.

negro, não sendo portanto selectivos para nenhum comprimento de onda; isto significa que a curva i_λ é ainda da forma das figuras 7 e 9. Se os corpos não são cinzentos, verifica-se que o expoente das temperaturas é diferente de 4, mas diminui á medida que a temperatura aumenta; em geral, porém, costuma conservar-se o valor do expoente e considerar-se a constante C' como função de temperatura.

2) Mesmo no caso dos corpos cinzentos o valor de a_λ varia com a temperatura. Por isso, os valores de C' só podem ser utilizados para a temperatura T para que foram determinados.

No quadro VII indicam-se alguns valores aproximados de C' (1)

QUADRO VII

Substância	Estado da superfície	Temperatura em graus C	C' em grandes calorias/m²h (grau C)⁴
Ferro fundido	Com acabamento	32	0,2
Ferro electrolítico	Oxidada	130	3,9
Ferro fundido	Oxidada	—	4,8
Aço	Oxidada	20	3,4
Cobre	Polida	20	0,2
Cobre	Oxidada	600	2,8 a 3,5
Refractários	Irregular	~1000	3,5 a 4,5

3) *Radiação em substâncias transparentes*

Pràticamente, as substâncias transparentes são os líquidos e os gases. No entanto, às temperaturas a que interessa estudar a radiação, todos os líquidos estão, em geral, vaporizados; por isso basta estudar a radiação em gases.

(1) Para dados mais completos, ver, por exemplo, «Industrial Heat Transfer», de Alfred Schack, edição americana, pág. 354 a 356.

Como vimos, para os corpos negros e os corpos cinzentos, o brilho energético total $\Sigma = \int_0^\infty i_\lambda \, d\lambda$ é dado pela área compreendida entre a curva i_λ, o eixo das abscissas e as abscissas extremas. No caso dos gases, como se sabe, a absorpção é selectiva para comprimentos de onda compreendidos entre determinados limites que constituem as *bandas de absorpção;* sendo assim, o valor de Σ é dado pela soma das áreas correspondentes a essas bandas.

Alguns valores da posição e da largura das bandas são dados no quadro VIII (1)

QUADRO VIII

Gás	Banda	λ em μ	Largura em μ
CO^2	1	2,36 — 3,02	0,66
	2	4,01 — 4,80	0,79
	3	12,5 — 16,5	4,0
OH^2	1	2,24 — 3,27	1,03
	2	4,8 — 8,5	3,7
	3	12 — 25	13

A energia radiante emitida pelos gases será dada pela área correspondente a cada uma das bandas de absorpção, como se indica nas figuras 10 e 11 (respectivamente para o anidrido carbónico e para o vapor de água).

Traçando, nestas figuras, as curvas correspondentes às diferentes temperaturas, obtêm-se as respectivas quantidades de calor absorvidas q_{CO^2} e q_{OH^2}, expressas em grandes calorias por metro quadrado e por hora. Os valores de q_{CO^2} e q_{OH^2} são dados nos quadros IX e X

(1) Neste quadro verifica-se que as radiações emitidas são infra-vermelhas.

QUADRO IX

Temperatura em graus C	q_{CO^2} em $(gc/m^2 . h) \times 10^{-3}$				Radiação do corpo negro em $(gc/m^2 . h) \times 10^{-3}$
	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Total	
200	0,0108	0,162	0,26	0,433	2,45
300	0,0152	0,57	0,407	0,992	5,42
400	0,515	1,19	0,57	1,275	10,0
500	1,41	2,2	0,732	4,342	17,6
600	3,2	3,72	0,895	7,815	28,8
700	6,32	5,61	1,0	12,93	44,5
800	10,5	7,8	1,19	19,49	66,1
900	16,0	10,0	1,4	27,4	94,1
1000	21,9	12,6	1,62	36,12	130
1100	31,0	16,1	1,79	48,89	176
1200	41,8	19,2	2,09	63,09	232
1300	52,1	21,0	2,38	75,48	304
1400	64,0	26,1	2,71	92,81	388
1500	76,1	30,0	3,0	109,1	491
1600	93,3	34,2	3,39	130,89	615
1700	110,0	38,8	3,8	152,6	750
1800	129,0	43,6	4,2	176,8	908
1900	149,0	49,1	4,61	202,71	1100
2000	169,0	55,0	4,99	228,99	1330

Os valores indicados nos quadros IX e X só são válidos quando a espessura da massa do gás é infinitamente delgada; se esta espessura for finita de valor L, as quantidades de calor (expressas em grandes calorias por hora) são dadas pelas seguintes fórmulas empíricas, em que $c = pL$ (sendo p a pressão em atmosferas e L em metros), C a constante de radiação da superfície irradiada e a_1, a_2 e a_3, constantes.

I) Para o CO^2:

α) Se $c > 0{,}01$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{CS}{4{,}96}\left[a_1\left(q_{1\,CO^2} - q'_{1\,CO^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{-16c}}{16\,c}\right) + \left(q_{2\,CO^2} - q'_{2\,CO^2}\right) + a_3\left(q_{3\,CO^2} - q'_{3\,CO^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{-80c}}{80\,c}\right)\right]$$

β) Se $c < 0{,}01$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{CS}{4{,}96}\left[a_1\left(q_{1\,CO^2} - q'_{1\,CO^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{16c}}{16\,c}\right) + 0{,}7\,a_2\left(q_{2\,CO^2} - q'_{2\,CO^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{1800c}}{1800\,c}\right) + 0{,}45\,a_3\left(q_{3\,CO^2} - q'_{3\,CO^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{80c}}{80\,c}\right)\right]$$

II) Para a OH^2:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{CS}{4{,}96}\left\{a_1\left(q_{1\,OH^2} - q'_{1\,OH^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{-8c}}{8\,c}\right) + a_2\left(q_{2\,OH^2} - q'_{2\,OH^2}\right)\left[1 - \frac{0{,}143}{c}\left(1 - e^{-5c}\right) - \frac{0{,}016}{c}e^{-5c} - e^{-27c}\right] + a_3\left(q_{3\,OH^2} - q'_{3\,OH^2}\right)\left(1 - \frac{1 - e^{-45c}}{45\,c}\right)\right\}$$

QUADRO X

Temperatura em graus C	q_{OH^2} em (gc/m². h) × 10⁻³				Radiação do corpo negro em (q' gc/m². h) × 10⁻³
	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Total	
200	0,019	0,95	0,705	1,674	2,45
300	0,234	2,19	0,895	3,319	5,42
400	0,84	3,90	1,19	5,931	10,0
500	2,49	6,1	1,41	10,00	17,6
600	4,99	8,95	1,71	15,65	28,8
700	9,35	13,5	2,00	24,85	44,5
800	15,2	16,05	2,36	33,61	66,1
900	23,6	19,6	2,71	45,91	94,1
1000	33,9	23,3	3,01	60,21	130
1100	46,1	27,1	3,39	76,59	176
1200	61	31,4	3,71	96,11	232
1300	77,8	35,4	4,26	117,46	304
1400	96,8	40,1	4,5	141,4	388
1500	117	44,7	4,91	166,61	491
1600	138	49,9	5,28	193,18	615
1700	161	51,5	5,8	218,3	750
1800	185	59,6	6,2	250,8	908
1900	212	65	6,7	283,7	1100
2000	238	71	7,1	316,1	1330

Os valores de q e q' referem-se respectivamente às temperaturas do gás e da superfície que recebe a radiação.

As constantes podem tomar os seguintes valores:

$C = 3$ a 4 gc/m² . h . gK⁴ (para ferro ou refractários). (¹)

$a_1 = a_2 = a_3 = 0{,}7$ a $0{,}8$ (para massas cúbicas e esféricas);

$a_1 = a_2 = a_3 = 1$ a $1{,}1$ (para massas prismáticas).

No caso de gases com partículas de carvão em suspensão (que constituem dispersóides de condensação com cerca de 0,3 μ), pode admitir-se que as partículas irradiam aproximadamente 5 % da energia radiante que sobre elas incide (isto é, há 95 % de energia não absorvida). (¹)

4) *Convecção natural*

O problema da convecção natural está mal estudado, não só por falta de dados, mas também por não ser possível tratá-lo independentemente da radiação.

Os resultados a que se chega não servem portanto senão para uma primeira aproximação e englobam a convecção e a radiação.

I) *Convecção natural em líquidos*

A expressão geralmente usada é a de

(¹) O cociente $\frac{C}{4{,}96}$ não tem dimensões porque o denominador tem também as dimensões gc/m² . h . gK⁴ (constante de radiação dos corpos negros).

(¹) Para mais pormenores sobre este assunto, ver «Industrial Heat Transfer» de Alfred Schack.

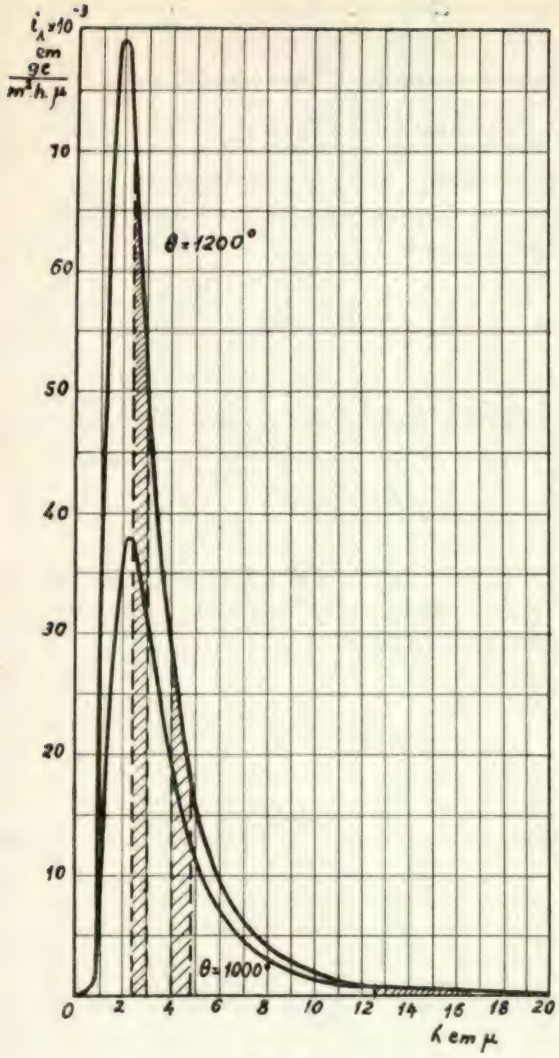


Fig. 10

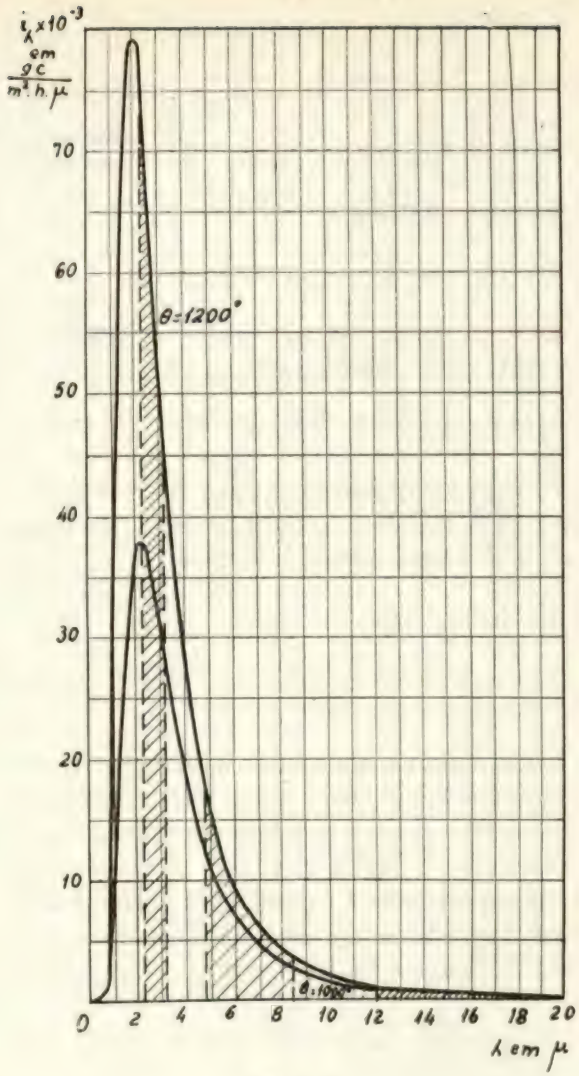


Fig. 11

Nusselt obtida a partir do princípio da homogeneidade.

$$h = \frac{k}{d}\,\varphi\left(\frac{g\,d^3\,\rho^2\,C\,\alpha\,\Delta\,\vartheta}{\mu\,k}\right),$$

sendo

k — Condutividade térmica do líquido.
d — Diâmetro de canalização.
ρ — Massa específica do líquido.
C — Calor específico do líquido
α — Coeficiente de dilatação do líquido
Δϑ — Diferença de temperatura entre o líquido e a parede.
μ — Viscosidade do líquido.

Na prática, a dificuldade consiste em determinar a forma de φ; em primeira aproximação, pode estabelecer-se que, para grandes diâmetros,

$$\varphi\left(\frac{g\,d^3\,\rho^2\,C\,\alpha\,\Delta\vartheta}{\mu\,k}\right) = C\sqrt[3]{\frac{g\,d^3\,\rho^2\,C\,\alpha\,\Delta\vartheta}{\mu\,k}}$$

e, para pequenos diâmetros

$$\varphi\left(\frac{g\,d^3\,\rho^2\,C\,\alpha\,\Delta\,\vartheta}{\mu k}\right) = C_1$$

A constante C tem de ser determinada experimentalmente; na sua falta, pode admitir-se que o valor de h é da ordem de grandeza de 500 grandes calorias por metro quadrado, hora e grau centígrado; para C_1, pode tornar-se, aproximadamente $C_1 \upsilon 1$.

A fracção $\frac{g\,d^3\,\rho^2\,C\,\alpha\,\Delta\theta}{\mu\,k}$ obtém-se pelo produto no número de Prandtl $\frac{C\,\mu}{k}$, pelo número $\frac{g\,d^3\,\rho^2\,\alpha\,\Delta\theta}{\mu^2}$ que tem o nome de número de Grashof e se designa por Gr.

II) *Convecção natural em gases*

De um modo geral, pode utilizar-se a seguinte expressão empírica, para o ar:

$$h = (8{,}2 + 0{,}00475\ \theta^{1{,}33})\ \text{gc}\ m^{-2}\,h^{-1}\ \text{grau}^{-1}$$

Em primeira aproximação pode aplicar-se esta fórmula a outros gases, problema que, aliás, tem menos interesse.

Casos especiais

1) *Transmissão de calor entre dois fluidos sem mudança de estado*

Consideremos dois fluidos a temperaturas diferentes θ' e θ'', separados por uma parede e movendo-se com caudais em massa de valores w' e w''. Se forem C' e C'' os respectivos pesos específicos, a quantidade elementar de calor trocada entre os dois fluidos na unidade de tempo, tem o valor

$$d\left(\frac{dQ}{dt}\right) = C'\,w'\,d\,\theta' = C''\,w''\,d\,\theta''$$

Admitindo que as variações de temperatura não são muito grandes, os valores de w e de C mantêm-se pràticamente constantes e, portanto, integrando a expressão anterior, ter-se-á

$$\frac{dQ}{dt} = C'\,w'\,(\theta' - \theta_1') = C''\,w''\,(\theta'' - \theta_1''),$$

sendo θ_1' e θ_1'' as temperaturas iniciais.

Tirando os valores de $(\theta' - \theta_1')$ e de $(\theta'' - \theta_1'')$, subtraindo ordenadamente e fazendo $\theta' - \theta'' = \Delta\theta$ e $\theta_1' - \theta_1'' = \Delta\theta_1$, ter-se-á

$$\Delta\theta - \Delta\theta_1 = \left(\frac{1}{C'\,w'} - \frac{1}{C''\,w''}\right)\frac{dQ}{dt} = b\,\frac{dQ}{dt},$$

representando $\frac{1}{C'\,w'} - \frac{1}{C''\,w''}$ por b.

Esta expressão é válida qualquer que seja $\Delta\theta$; portanto, representando por $\Delta\theta_2$ o valor da diferença das temperaturas finais dos dois fluídos $\Delta\theta_2 = \theta'_2 - \theta''_2$, e por $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{1,2}$ a quantidade de calor transmitida na unidade de tempo para estas temperaturas de regime, ter-se-á

$$b = \frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{1,2}}$$

Diferenciando a expressão de $\Delta\theta$, ter-se-á

$$d\,\Delta\theta = b\,d\left(\frac{dQ}{dt}\right)$$

Mas, pela expressão geral da transmissão do calor entre dois fluidos separados por uma parede, ter-se-á

$$d\left(\frac{dQ}{dt}\right) = K_c\,(\theta' - \theta'')\,dS = K_c\,\Delta\theta\,dS$$

Substituindo $d\left(\frac{dQ}{dt}\right)$ em função de $\Delta\theta$, obtém-se $\frac{d\,\Delta\theta}{\Delta\theta} = K_c\,b\,dS$

Integrando e substituindo b pelo seu valor ter-se-á

$$\log\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} = K_c\,b\,S\,,$$

$$\log\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} = K_c\,\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{1,2}}\,S\,;$$

ou

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{1,2} = K_c\,S\,\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\log\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}} = K_c\,S\,\Delta_m\,,$$

representando por Δ_m a média logarítmica de $\Delta\theta_2$ e $\Delta\theta_1$ [1].

Quando a relação $\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$ é inferior a 2, pode substituir-se a média logarítmica pela média aritmética.

---

[1] Ver artigo sobre «Extracção», «Técnica», n.º 184.

2) *Transmissão de calor em fluidos com movimento viscoso em tubos*

Neste caso por considerações teóricas e com base em dados experimentais, chega-se à seguinte expressão para o valor de h quando o fluido se desloca em tubos

$$h = 1{,}65 \frac{k}{d} \left(\frac{w\,C}{k\,L}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_m}\right)^{\frac{1}{3}} \left[1 + 0{,}015 \left(\frac{g\,d^3 \rho^2 \alpha \Delta\theta}{\mu^2_m}\right)^{\frac{1}{3}}\right]$$

Nesta expressão w representa o caudal em massa, L o comprimento do tubo, μ a viscosidade à temperatura da massa do líquido e μ_m a viscosidade à temperatura média do líquido e da parede. A fração $\frac{g\,d^3 \rho^2 \alpha \Delta\theta}{\mu^2_m}$, representa, como vimos, o número de Grashof; a fracção $\frac{wC}{k\,L}$ tem o nome de número de Graetz e representa-se por Gz.

3) *Transmissão de calor na condensação de vapores*

O problema é diferente conforme o líquido condensado molha ou não a superfície da parede. No primeiro caso forma-se um filme líquido cuja espessura vai aumentando e que constitui a principal resistência à transmissão do calor; no segundo caso, formam-se gotas de líquido que se despendem da superfície (a não ser que esta seja horizontal) permitindo, deste modo, que o vapor continue em contacto directo com a parede.

I) *Condensação com formação de um filme*

α) *Tubos verticais*

O valor de h é dado pela formula de Nusselt

$$h = 0{,}94 \frac{k}{d} \left(\frac{\lambda\, g\, \rho^2 L^3}{k \mu_m \Delta\theta}\right)^{\frac{1}{4}}$$

Nesta expressão, L, representa a distância ao ponto em que se inicia a condensação e λ o calor latente de vaporização. O número $\frac{\lambda g\, \rho^2 L^3}{k \mu_m \Delta\theta}$ não tem nome especial e representa-se por Cv.

β — *Tubos horizontais*

$$h = 0{,}73 \frac{k}{d} \left(\frac{\gamma g\, \rho^2 d^3}{k \mu_m \Delta\theta}\right)^{\frac{1}{4}},$$

sendo d o diâmetro do tubo.

II) *Condensação com formação de gotas*

Neste caso, o valor de h é tão elevado (da ordem de grandeza de 75.000 grandes calorias por hora metro quadrado e grau centígrado para tubos de cobre) que a resistência devida ao filme líquido é desprezível.

4 — *Transmissão de calor na vaporização de líquidos*

Este problema só poderá ser estudado depois de conhecidos os métodos de efectuar a vaporização, como veremos.

(Continua)

Na especialidade de aeronáutica do I. S. T.

C. D. 629:13

No passado dia 29 de Março do corrente ano, o planador construído no Instituto Superior Técnico e designado pelo nome de «S. Miguel», realizou no aeroporto do Montijo, pertencente à futura Base Naval de Lisboa, vôos experimentais, destinados à verificação das condições de estabilidade prèviamente calculadas nas cadeiras de aeronáutica do curso de engenheiros mecânicos aeronáuticos.

Foi pilotado pelo Doutor Engenheiro Varela Cid.

O dia apresentava um vento com cerca de 35 quilómetros horários, demasiado intenso para que fossem efectuados os primeiros ensaios.

Ainda se sugeriu a ideia do adiamento dos lançamentos mas, o Dr. Varela Cid, ao verificar a regularidade da brisa, declarou não ver nisso inconveniente.

Assim, rebocado por um automóvel pertencente ao aluno finalista Duarte Ferreira, o aparelho começou a deslizar e despegou a cerca de 2 metros de altura. Em vôo rasante, verificou o piloto a reacção dos comandos sob o aspecto longitudinal, transversal e lateral.

Sem que tornasse a tocar o solo, o piloto elevou-se então a cerca de 20 metros e soltou o cabo de reboque. Desde essa altura, ensaiou a verificação das velocidades horizontal e vertical de descida, prèviamente calculadas pelos alunos para uma numerosa série de regimes de vôo. Estes regimes são identificados por meio de um inclinómetro especialmente montado em relação à posição relativa da asa.

Pela tabela que se encontrava junto aos instrumentos de bordo começou a verificar-se a satisfatória correspondência entre os valores prèviamente calculados e os verificados na prática.

Antes de aterrar, o piloto soltou o rodado do aparelho quando este se encontrava a cerca de dois metros da pista. Nessa altura, as condições de amortecimento do «sky» apoiado sobre duas bases de borracha, fizeram boa prova de si. Preparou-se o segundo lançamento. Em ambos, o piloto tinha o capacete protector da cabeça preconisado para ensaios desta natureza.

Preparação da descolagem do Aparelho

O aparelho atingiu cerca de 45 metros de altura e então soltou o cabo de reboque. Novas verificações se fizeram sobre as qualidades de estabilidade longitudinal para diferentes velocidades, de 40 a cerca de 90 quilómetros à hora. Preparou-se depois o terceiro ensaio.

O aparelho atingiu neste cerca de 150 metros e soltou-se o cabo de reboque. A esta altura experimentou o piloto, em curvas apertadas à esquerda e à direita, a eficiência da estabilidade longitudinal, transversal e lateral perante a manobra dos respectivos comandos.

Neste terceiro vôo o piloto compenetrou-se de tal maneira da certeza das características prèviamente calculadas que o realizou já sem o capacete protector; apenas

com o «passe-montagne» e os óculos protectores da força do vento.

Para se certificar da eficiência, fez uma aterragem com vento lateral conseguindo o completo domínio do aparelho apesar da forte brisa que soprou durante aquela tarde de 29 de Março.

Estiveram presentes os alunos do curso de engenharia aeronáutica, com o seu interesse natural pelo resultado das provas. Também se encontravam, além de muitos espectadores, que a pouco e pouco aumentavam de número, representantes da Direcção Geral da Aeronáutica Civil.

O aparelho, completamente ileso, foi reconduzido para o «hangar» da Base e aguarda agora o ensaio de reboque aéreo efectuado com um aparelho pertencente às forças aéreas da Armada.

O dispositivo que se encontra no aeroplano rebocador foi também calculado, desenhado e construído no Instituto.

Este planador, de alto valor didático, deve a sua realização, ao Director deste Instituto, Professor José Belard da Fonseca. Foi madrinha de baptismo a sua gentil filhinha Maria Emília.

Os vôos efectuados marcam sem dúvida uma étapa importante porque patentearam as nossas possibilidades neste novo ramo de engenharia que deste modo caminhará das coisas simples para as outras de maior nomeada.

Na Exposição de Hidráulica Mecânica e de Aeronáutica do 2.º Congresso Nacional de Engenharia realizada no recinto da Exposição de Obras Públicas encontrava-se o projecto de um motoplanador monolugar de 25 C. V., para uma velocidade de cruzeiro de 140 quilómetros horários e que permitirá entre nós o preço mínimo da hora de vôo e o projecto de um aeroplano militar de caça, monolugar, que permite velocidades de 400 quilómetros à hora, de cruzeiro. Este caça, idealizado para ser construído em Portugal, poderá oferecer treinos com despesas muito inferiores aos aparelhos militares normais.

O Aparelho em pleno vôo

Na referida exposição, as turbinas do eminente Professor Manuel de Barros demonstraram igualmente a Sua Excelência o Chefe do Estado, quando do acto inaugural, que a nossa indústria pode perfeitamente produzir estas máquinas motrizes que em muito contribuiriam para o incremento da economia nacional.

CARLOS DIAS FERREIRA
Aluno da Cadeira de Aeronáutica
do I. S. T.

Completaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1947-48 os nossos colegas:

ENGENHARIA CIVIL

Fernando Ivens Ferraz Jácome de Castro
Francisco António Belard Lebre de Vasconcelos Melo
Afonso Rodrigues Jorge Fernandes
Alfredo Pinho Morgado
Vasco Manuel Campos de Sequeira
David Lopes Cohen e Jaime Ornelas Camacho
António José dos Santos Gonçalves
Hermenegildo Augusto Pereira de Faria Blanc
António Dias
Abel António Tavares da Silva, Ricardo Girão de Oliveira e Vasco Pedro Marques
José Moreira Barra
João Paulo Leal de Azevedo Cunha, Luís Felipe Pereira Nunes e Tito Jerónimo da Sousa Lagos
Alfredo Jaime de Almeida Valverde, Alfredo Vilar de Azevedo e Jorge Manuel Alves da Silva
João Pedro de Oliveira Valença e José Manuel Rocha e Melo
António Lobato de Melo, Carlos Alberto de Matos Franco de Sousa e Rui Martinho Poole da Costa
António Cardoso e Luís Maria de Magalhães Vilar
Luís Artur de Almeida de Eça e Manuel Ferreira Lima Belo
Fernando Brás de Oliveira, José Lobo Melo e Castro e José Vitorino de Avelar Frois
Virgílio Freitas Serra
António Bento Franco.

ENGENHARIA DE MINAS

Carlos Pires Lobato
Fernando de Melo Mendes
João António Pinto Gonçalves
José Lacerda Pereira e Sousa
Gabriel David Monteiro de Barros
Lúcio Natário Ferreira e Silva
Nuno Gonçalo Bachá de Almeida Ribeiro.

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Raúl da Silva Borges Fontoura
Manuel José Petrony de Abreu Faro
Manuel José Diniz da Fonseca
José Marques Morais
Manuel Alves de Carvalho Fernandes e José Luís Lopes de Moura
Jorge Manuel Lopes Vasques
Armando da Conceição Roque Estorninho, José Alberto Baeta da Veiga e Manuel Joaquim Sengo Candeias
José Francisco de Carvalho Azevedo e Silva, Luís Manuel Pereira da Fonseca e Ricardo Manuel Barahona e Costa

OS INDUSTRIAIS DE CURTUMES

DISPÕEM AGORA DE UMA SÉRIE DE NOVOS PRODUTOS ESPECIAIS PARA A SUA INDÚSTRIA

O desejo sempre crescente de melhorar a qualidade dos artigos do seu comércio, impõe aos industriais a necessidade de empregarem melhores óleos, ceras e gorduras na preparação dos couros. Assim, a Socony-Vacuum criou para eles novos produtos Gargoyle para engordurar, impermeabilizar e também para tratamento e acabamento de toda a qualidade de peles.

Pode melhorar-se a resistência das fibras e o bom aspecto dos couros para calçado, correias, arreios, pelaria fina de luvas, carteiras, estojos, encadernações, etc., tratando-os com os novos produtos Gargoyle.

2231

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM

ÓLEOS GARGOYLE

PARA CURTUMES

SOCONY-VACUUM

Fábrica de Tintas de Sacavém

S. A. R. L.

PRODUTOS
DYRUP

TINTAS DE TIPO AMERICANO

Vernizes, esmaltes de todas as qualidades, incluindo celulósicos
Alumínio para alta temperatura
Tintas anti-corrosivas,
— «Pele de Aço» —
Tintas para navios, etc.

SACAVÉM — PORTUGAL

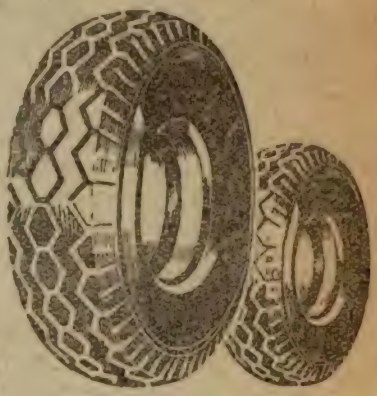
TEL. { SACAVÉM 105
LISBOA 42651 42156

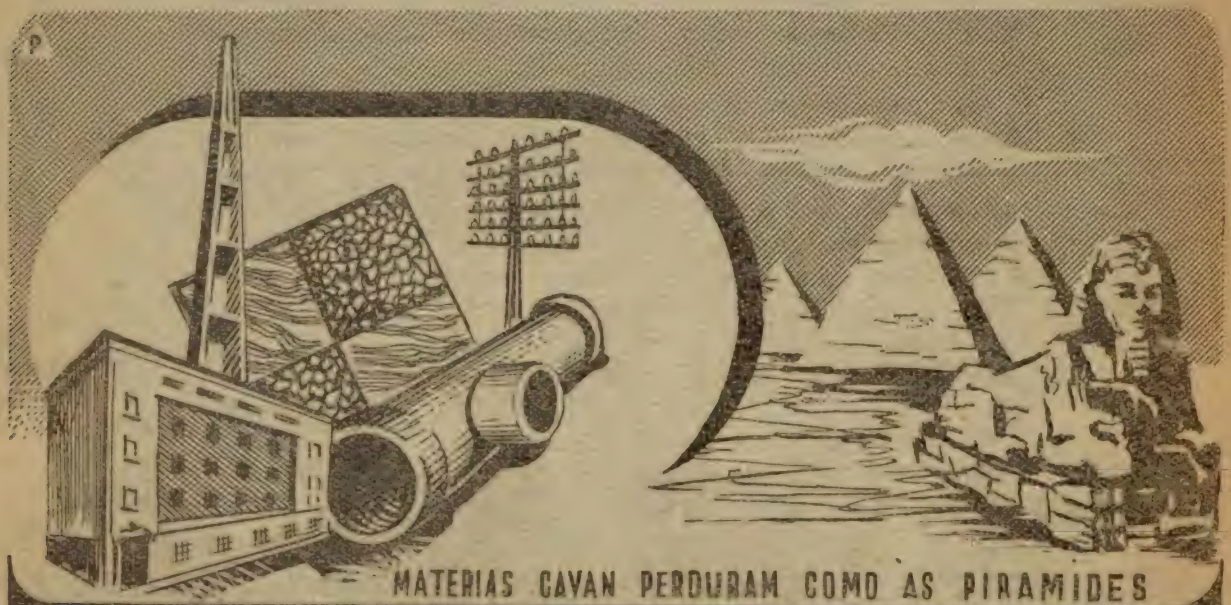
Pneus
e
câmaras
de ar

MABOR

Produção da

Manufactura Nacional de Borracha





MATERIAS CAVAN PERDURAM COMO AS PIRAMIDES

Sociedade Portuguesa **Cavan**

R. D. ESTEFÂNIA, 42 ~ TELEF. 47812 - 50129 ~ LISBOA E PORTO

José de Mira Nunes Mexia
Carlos Lido Gaspar Júnior
Carlos dos Santos Redondo
José Frederico Catela do Vale Teixeira, José Manuel Nogueira Duarte e Vítor Valente da Fonseca e Sá
Alberto Antunes Martins Simões e Manuel Gomes Moniz Pereira
António Emílio Lopes
Francisco José Ribeiro Lampreia, João Augusto Rebelo de Andrade e José Manuel Costa Marçal
Gil Brás de Oliveira, Luís António Loureiro de Vasconcelos e Manuel António Morais Nogueira
Vito Manuel Ribeiro de Oliveira
Aleixo Socorro Gallus Fernandes, Hugo do Amaral e Vasco Manuel Sousa da Gama
António Martins Neves, Edmundo João Purvin de Figueiredo e Jorge Forjaz Tavares Carreiro
José Afonso Pedreira Vilela
Pedro Augusto Guerra Vidoeira.

ENGENHARIA DE MÁQUINAS

António Pedro Madeira Costa
Jorge Cardoso Nunes
Jorge da Costa André Júnior
Francisco José Machado Gomes
Alfredo Borges de Magalhães Ramalho
Alexandre da Cunha Rôla Pereira
Alfredo Carlos Tailler Alves
António Landerset Cádima
Adelino Franco Simões e Augusto Carlos Portugal Ribeiro
António José Rebelo de Andrade e Armando Romão Nozolino de Azevedo
José Frederico Canas da Silva
João Ramos Lopes da Silva
César Moura de Seabra Rangel
Alberto Henrique de Santana Godinho, António Carvalho da Cunha Paredes e Joaquim Simões Gameiro
Artur Joaquim de Pessoa Lobo
Pedro Baptista Bessone Bastos
Henrique José Vilardebó Chaves
António Manuel Correia Botelho

ENGENHARIA QUÍMICO-INDUSTRIAL

Antera Valeriana Pedroso de Seabra
Alexander Flaszenberg
Maria Suzete Negrão Thalmann
José Madeira da Silva e Mário Lopes Esteves
João de Mesquita Franco Bebiano e Manuel Álvaro Cavique dos Santos
José Manuel Athaíde Cordeiro
Ricardo Sollacaro Pitschieller
Manuel Pereira Botelho
Vítor Manuel Chagas dos Santos
Noémia Guedes da Fonte Alves
António Luís de Sousa Lara.

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1946-47

PRÉMIOS

«Dr. Mira Fernandes»

Destinado ao aluno mais classificado nas cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das Variações e Mecânica Racional — Aluno n.º 1560, *José Aleixo Peres de Quadros e Costa.*

«Francisco da Fonseca Benevides»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Física Experimental (1.ª e 2.ª partes) — Aluno n.º 1773, *Fernando Manuel da Costa Peres Rodrigues.*

«Tomaz Bordalo Pinheiro»

Destinado aos três primeiros classificados na cadeira de Desenho Técnico (1.ª e 2.ª partes): — Aluno n.º 2120, *Raul Jorge Pedroso Guerra;* Aluno n.º 1851, *Sidónio Freitas Branco Pais.*

«Saraiva de Carvalho»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Engenharia de Minas: — Aluno n.º 1394, *José Sampaio Quintino Rogado.*

Destinado aluno mais classificado no último ano do curso de Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 1417, *Fernando Ivo Coelho Gonçalves.*

«Bandeira de Melo»

Destinado ao aluno mais classificado em qualquer dos cursos de:
Engenharia de Minas: — Aluno n.º 1397, *José Sampaio Quintino Rogado.*
Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 1417, *Fernando Ivo Coelho Gonçalves.*
Engenharia Mecânica: — Aluno n.º 1377, *José Torres Raimundo.*
Engenharia Químico-Industrial: — *Manuel Barata Chagas Roquete.*

«Dr. Mário Bastos Wagner»

Destinado ao aluno mais classificado na especialidade de Engenharia Químico-Industrial: — Aluno n.º 1410, *Manuel Barata Chagas Roquete.*

«Dr. Brito Camacho»

Destinado ao aluno que concluir com maior classificação qualquer dos cursos professados neste Instituto: — Aluno n.º 1417, *Fernando Ivo Coelho Gonçalves.*

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1947-48

PRÉMIOS

«Dr. Mira Fernandes»

Destinado ao aluno mais classificado nas cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das Variações e Mecânica Racional: — Aluno n.º 1831, *Sidónio Freitas Branco Pais.*

«Francisco da Fonseca Benevides»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Física Experimental (1.ª e 2.ª partes): — Aluno n.º 1831, *Sidónio Freitas Branco Pais.*

«Tomaz Bordalo Pinheiro»

Destinado aos três primeiros classificados na cadeira de Desenho Técnico (1.ª e 2.ª partes): — Aluno n.º 2334, *António da Silva Correia;* Aluno n.º 2019, *Dragonir Torres Pereira Rodrigues de Lima e Knapic;* Aluno n.º 2202, *Luís Frederico de Campos Andrade Oom.*

«Saraiva de Carvalho»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Pesquiza e Exploração de Minas: — Aluno n.º 1484, *Carlos Pires Lobato.*

Destinado ao aluno mais classificado no último ano do curso de Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 1570, *José Marques Morais.*

«Bandeira de Melo»

Destinado ao aluno mais classificado em qualquer dos cursos de:
Engenharia de Minas: — Aluno n.º 1484, *Carlos Pires Lobato.*
Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 1350, *Raul da Silva Borges Fontoura.*
Engenharia Mecânica: — Aluno n.º 1415, *António Pedro Madeira e Costa.*
Engenharia Químico Industrial: — *Alexander Flaszenberg.*

«Dr. Mário Bastos Wagner»

Destinado ao aluno mais classificado na especialidade de Engenharia Químico-Industrial: — Aluno n.º 1536, *Alexander Flaszemberg.*

«Dr. Brito Camacho»

Destinado ao aluno que concluir com maior classificação qualquer dos cursos professados neste Instituto: — Aluno n.º 1350, *Raul da Silva Borges Fontoura.*

BIBLIOTECA

PUBLICAÇÕES

Todas as publicações aqui indicadas, são pertença da Biblioteca da A. E. I. S. T. e podem ser consultadas a partir desta data.

Os números indicados à esquerda, dão a localização das obras na nossa Biblioteca, e há conveniência em os saber quando da requisição de livros.

C. D. 061.6.051

O laboratório de Engenharia Civil — Organização e funcionamento

Laboratório de Engenharia Civil
1949 — Págs. 41

C. D. 31:620.9

Statistical Year-Book of the World Power Conference

BROWN, FREDERICK
1948 — Vol. 4, págs. 212

C. D. 368.032

Relatórios e contas do ano de 1948 da Companhia de Seguros "A Nacional"

1948 — Págs. 40

C. D. 531 31 : 621-218

The dynamic principles of machine foundations and ground

CROCKETT e HAMMOND
Institution of Mechanical Engineers
1949 — Págs. 14

C. D. 531.43/.78

The measurement of kinetic boundary friction, or the experimental investigation of "oiliness"

BRISTOW, J. R.
Institution of Mechanical Engineers
1949 — Págs. 8/16

C. D. 621 43-23

Fatigue strength of cast crankshafts

MILLS, H. R.
Institution of Mechanical Engineers
1949 — Págs. 10

C D. 624.674

Construcciones de madera clavada

STOY e FONROBERT
Editorial Balzola
1949 — Págs. 85

C. D. 625.8

Notas sobre o estado actual da técnica da construção de pavimentos

CANTO MONIZ
Ministério das Obras Públicas
1948 — Págs. 14

C. D. 669.3 8

The seizure of metals

BOWDEN e TABOR
Institution of Mechanical Engineers
1949 — Págs. 7

REVISTAS

		C. D.
Actividade Económica de Angola, n.º 20	Portugal	338
Aircraft Engineering, nº 242	Inglaterra	629.13
Aeroplane (The), n.ºs 1969 e 1975	Inglaterra	629.13
Alfa, n.º 49	Espanha	62/69
Arbor, n.ºs 27	Espanha	1:2:3:7:8
Arcos, nº 112	Bélgica	621.791

		C. D.
Boletim Mensal de Estatística n.os 7 a 12, 1948	Angola	31
Brotéria, Fasc. 4, 1949	Portugal	1:2:3.7:8
Bulletin du Congrés des Chemins de Fer, n.º 4, 1949	Bélgica	385
Cemento y Hormigón, n.º 180	Espanha	666.9:624
Chronique des Mines Coloniales (La), n.º 150	França	622
Ciencia y Tecnica, n.º 561	Argentina	62/69
Civil Engineering, n.º 513	Inglaterra	624/628
Compressed Air Magazine, n.º 3 1949	E. U. A.	621.5
Dyna, n.º 2, 1949	Espanha	62/69
Electrical Communication, n.º 4, 1948	Inglaterra	621 3
Electronic Application Bulletin, vol. x, n.os 1 e 2	Holanda	621.385
Engenheiro Westinghouse (O), Abril, 1949	E. U. A.	621.3
Engineering, n.os 4338 e 4342	Inglaterra	62
Excavating Engineer n.º 3, 1949	E. U. A.	624.132.3
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.º 1472	Portugal	385
Geologia e Metalurgia, n.º 6 1948	Brasil	55/669
Indústria Portuguesa, n.º 252	Portugal	62/69
Máquinas e Metais, n.º 39	Portugal	621.9/546.3
Ossature Metalique, n.º 4, 1949	Bélgica	624.014
Revista Municipal de Engenharia, n.º 4, 1948	Brasil	62/69
Portucale, n.º 18 1948	Portugal	1:2:3.7:8
Revista de Artilharia, n.os 284 e 285	Portugal	623
Revista Electrotécnica, n.º 2, 1949	Argentina	621.3
Revista das Obras Públicas, n.º 2808	Espanha	624.628
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 62	Portugal	62
Revue Brown Boveri, n.os 9-10 e 11-12 1948	Suíça	621.3
Seara Nova, n.os 1104 a 1110	Portugal	3:7:81(07)

FICHEIRO

Sob esta rubrica, figuram só as fichas dos artigos que nos mereceram maior atenção e estão contidos nas revistas recebidas nesta Biblioteca.

Elasticidade

C. D. 539.3

Tablas para vigas continuas — *A. Simonti.*

Ciência y Tecnica, 3-949, vol. 112, n.º 561, págs. 191/206.

São tabelas elaboradas com o fim de facilitar o cálculo dos momentos nos apoios das vigas contínuas.

Electro-química

C. D. 541.135.86 : 546.76

The effect of heat on electro-deposited chromium — *R. Graham, K. Williams e R. Wilson.*

Engineering, 18-3-949, vol. 167, n.º 4338, págs. 241/243, 25-3-949, vol. 167, n.º 4339, págs. 265/267.

Produção de energia eléctrica

C. D. 621.311.2

Evolución de las centrales eléctricas impulsadas por turbinas de gas — *E. Mallol.*

Revista Electrotécnica, 2-949, vol. 35, n.º 2, págs. 76/80.

Transformação de energia eléctrica

C D. 621.314.65 : 669 713.7

Une installation de mutateurs débitant 90.000 A pour l'electrolyse d'alumine — *P. Lavener.*

Revue Brown Boveri, 11-12-948, vol. 35, n.os 11-12, págs. 314/316.

Redes eléctricas

C. D. 621.315.62 : 621.3 015.52

De l'influence de l'humidité de l'air sur la tension de contournement des isolateurs — *O. Gerber.*

Revue Brown Boveri, 11-12-948, vol. 35, n.os 11-12, págs 296/305.

Distribuição de energia eléctrica

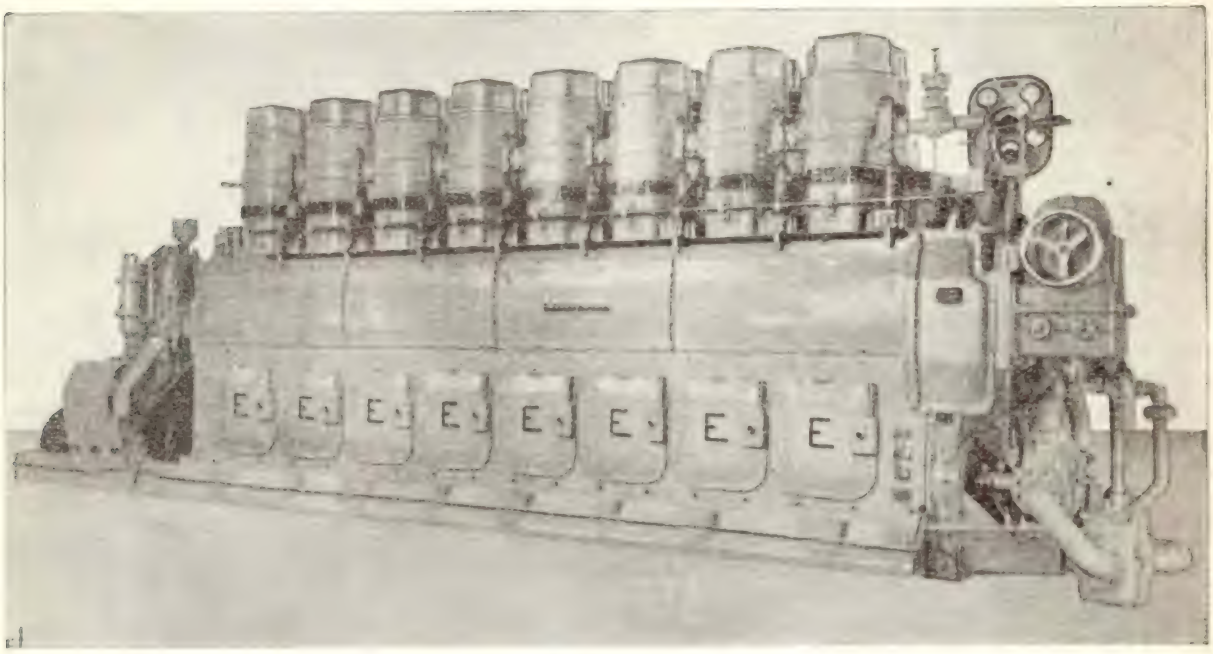
C D. 621.316.22

Los puestos de transformacion a muy alta tensión — *M. Devauchelle.*

Revista Electrotécnica, 2-949, vol. 35, n.º 2, págs. 81/94.

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP **200 a 850 RPM** **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA

LIMITADA

RUA ANDRADE CORVO, 3-C **LISBOA**

Luminotecnia

C. D. 621.32 : 629.13

Lâmpadas de criptónio para pouso em qualquer tempo — *G. Freeman.*

O Engenheiro Westinghouse, 4-949, vol. 5, n.º 2, págs. 58/59.

Tracção eléctrica

C. D. 621.335

Nuevo tipo de detector de patinado para locomotoras eléctricas — *A. Angulo.*

Revista das Obras Públicas, 4-949, vol. 97, n.º 2808, págs. 145/150.

Electrónica

C. D. 535.82 : 621.385

El microscopio electronico — *R. Loughlin.*

Revista Electrotécnica, 2-949, vol. 35, n.º 2, págs. 53/75.

C. D. 621.385.1

Survey of the «Miniwatt» Rimlock E — valves.

Electronic Application Bulletin, 17-948, vol. x, n.º 1, págs. 12/14.

C. D. 621.385.38

Thyratrons and their applications — *T. W. Maciejowski.*

Electronic Application Bulletin, 1-949, vol. x, n.º 2, págs. 37/48.

C. D. 621.386

Comments on circuits for generation of time-base voltages — *J. Jager.*

Electronic Application Bulletin, 2-948, vol. x, n.º 1, págs. 15/29.

Turbinas

C. D. 621.438 — 253:536.4

Sur les tensions internes dues à la propagation de la chaleur dans un rotur de turbine à gaz lors de son démarrage — *A. Meldahl.*

Revue Brown Boveri, 9-10-948, vol. 35, n.º 9/10, págs. 247/252.

Energia pneumática

C. D. 621.5

Compressed air-new oil-field roughneck — *Sterret.*

Compressed Air Magazine, 3-949, vol. 59, n.º 3, págs. 54/60.

Fundição

C. D. 621.745.326

El revestimiento de los hornos rotatorios — *C. Gascuñana.*

Cemento y Hormigón, 3-949, vol. 15, n.º 180, págs. 61/64.

Soldadura

C. D. 621.165 : 621.791

Condenseurs soudés pour turbines à vapeur — *M. Benninger.*

Arcos, 1949, vol. 26, n.º 112, págs. 2753/2756.

C. D. 621.791

La calidad de los electrodos y el coeficiente de trabajo de la soldadura en las construcciones metalicas — *F. Sagalá.*

Dyna, 2-949, vol. 24, n.º 2, págs. 49/51.

C. D. 621.791 : 669.3/.8

Le soudage de métaux dissemblables à l'aide d'electrodes en acier inoxydable — *A. Schaeffler.*

Arcos, 1-949, vol. 26, n.º 112, págs. 2731/2740.

Rebites

C. D. 621.884 : 620.1

Rivet flexibility and load diffusion — *E. Mansfield.*

Aircraft Engineering, 4-949, vol. 21, n.º 242, págs. 96/98.

Mecânica dos solos

C. D. 624.131

Site exploration, laboratory procedure and the preparation of a soil mechanics investigation report — *H. Reynolds e P. Protopapadakis.*

Civil Engineering, 3-949, vol. 44, n.º 513, págs. 140/144.

Pontes

C. D. 624.2/8/ 624.014 (062.1)

Third congress of the international association for bridge and structural engineering — *Beaufoy.*

Civil Engineering, 3-949, vol. 44, n.º 513, págs. 144/147.

C. D. 624.2/8

Túnel aerodinamico para ensayos de puentes — *Egon Larsen.*

Dyna, 2-949, vol. 24, n.º 2, pág. 60.

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

•

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

•

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

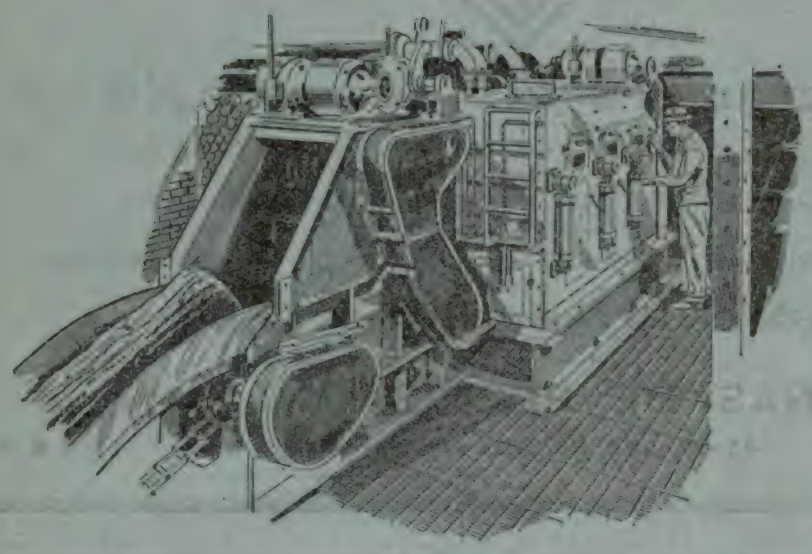
SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

L I S B O A

ALLIS-CHALMERS

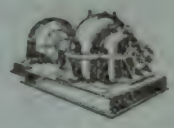
O Fabricante da Mais Vasta Linha de Equipamento Industrial do Mundo



Equipamento eléctrico

Subestações

Britadeira



Bombas

Peneiros

DESCASQUE RÁPIDO, EFICIENTE, ECONÓMICO

A figura mostra um **STREAMBARKER** Allis-Chalmers, com o qual produzem melhor papel a mais baixo custo os fabricantes de muitos países. Esta máquina usa jactos de água a alta pressão para limpeza dos troncos, retirando a casca, terra e madeira seca. A Allis-Chalmers fabrica muitas outras máquinas eficazes para a indústria da pasta e do papel, tais como máquinas de desbastar, crivos, digestores, alimentadores de alta densidade, bombas, motores, turbinas de vapor e equipamento eléctrico

Quando se trate de Maquinaria, queira consultar-nos:

Como representantes da Allis-Chalmers, podemos satisfazer muitas das suas necessidades industriais com equipamento reconhecido em todo o mundo pela sua qualidade e larga duração.

ESTABELECIMENTOS HEROLD, LIMITADA

Rua dos Douradores, 7 Lisboa Telef. 2 4221/3

AÇOS ATLAS

ATLAS STEELS

PARA TODAS AS APLICAÇÕES

AÇOS ESPECIAIS PARA FERRAMENTAS E CONSTRUÇÃO, AO CARBONO E DE LIGA
AÇOS INOXIDÁVEIS
AÇOS PARA LIMAS E CUTELARIAS AÇOS RÁPIDOS E INDEFORMÁVEIS, ETC.

MÁQUINAS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, MOTORES A ÓLEOS FERRAMENTAS, ETC.

ENTREGAS IMEDIATAS

MÁQUINAS DE PRECISÃO, LIMITADA

Telef. 61581 45-49, RUA DA BOA VISTA, 49, 1.º LISBOA

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

MÁRMORES

aos melhores preços
Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63
LISBOA

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.
Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.
Tratamento de alumínio e ligas leves.
Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.
Soldar cobre e prata.
Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.
Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

BIRLEC LIMITED

TYBURN ROAD • ERDINGTON • BIRMINGHAM 24

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONE 20879 TELEG. EPALDA—LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

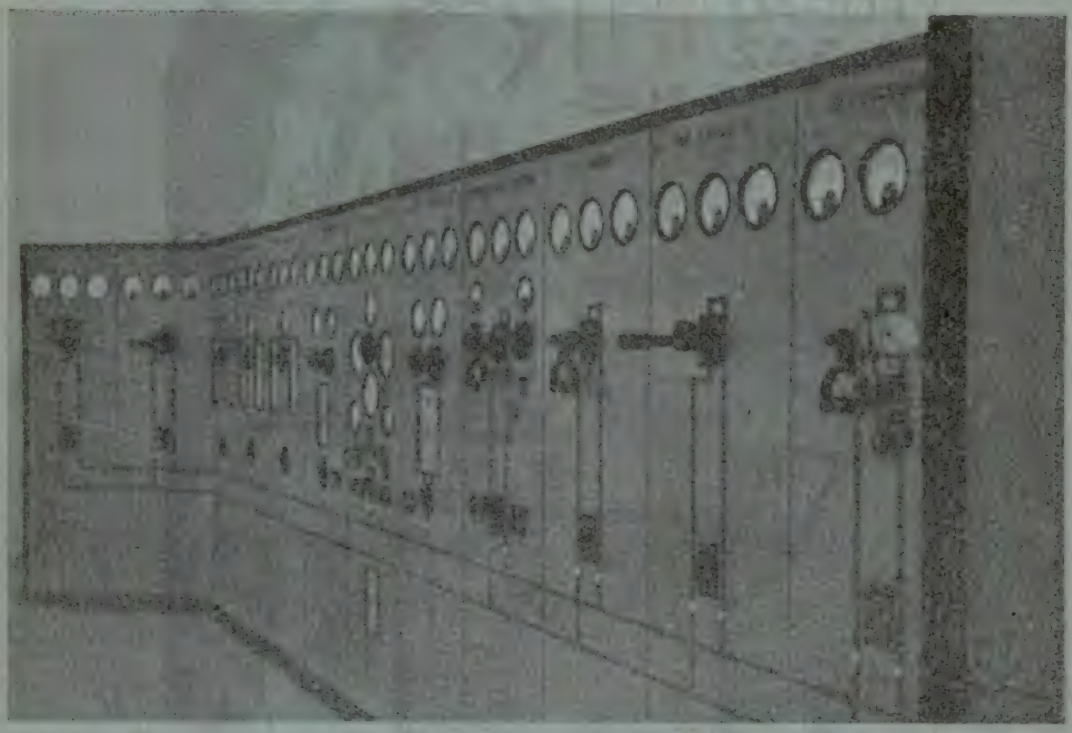
Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

Agentes em todo o País

ORGANIZAÇÃO DE ENGENHARIA PARA TRABALHOS DE ELECTRICIDADE

26 ANOS AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA PORTUGUESA



Quadro Geral para uma fábrica de fiação projectado e construído nas nossas oficinas (14 painéis em chapa metálica)

• ELECTRIFICAÇÃO DE FÁBRICAS • CENTRAIS E REDES •
• OFICINAS ELECTRO-MECÂNICAS • REPARAÇÕES •
• SERVIÇO DE ASSISTÊNCIA À INDÚSTRIA •
• MÁQUINAS ELÉCTRICAS • MÁQUINAS PARA EMPRÉSTIMO •

D. MOURA

REPARADORA ELECTRO-MECANICA

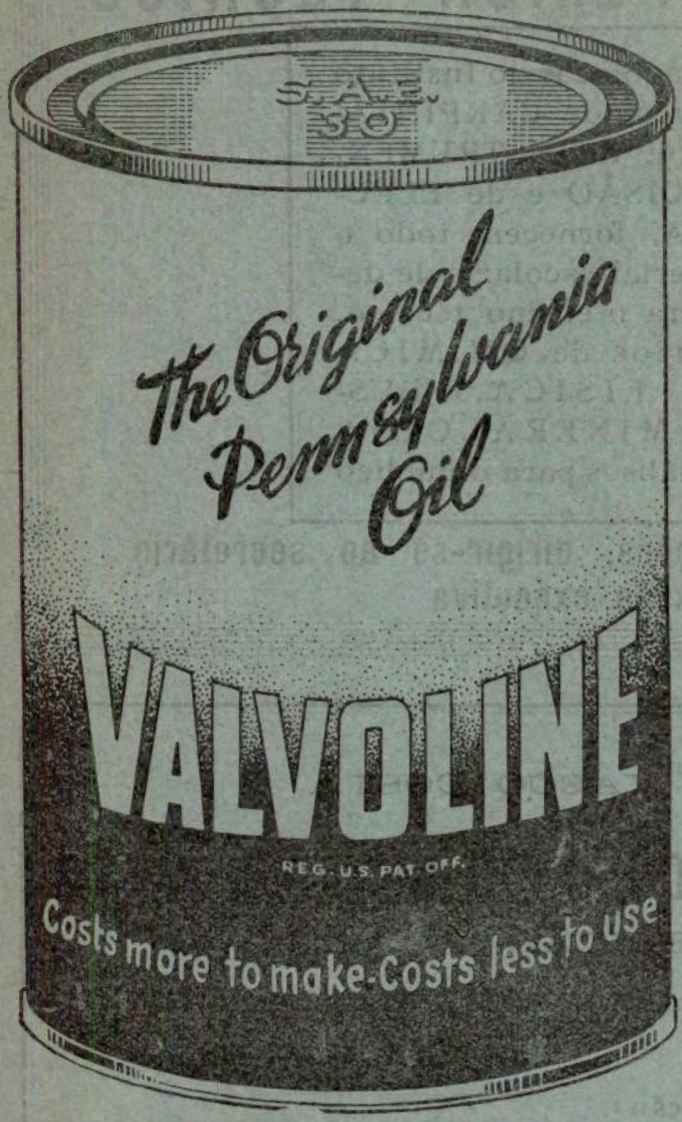
OFICINAS:
Rua JOSÉ DOMINGOS BARREIROS, S. J.
(Poço do Bispo) TELEFONE 39-399

SEDE:
Rua da TRINDADE, 8 a 26
TELEFONES: 2 1406 / 2 0976

Telegramas:
REPARADORA-LISBOA

FÁBRICA PORTUGAL

PRAÇA DOS RESTAURADORES, 49-57 - TEL. 24948



Óleos detergentes
e para todas
as indústrias

MARCA REGISTADA 1873

VALVOLINE
MOTOR OIL

Representantes exclusivos em Portugal e Colónias Portuguesas da Africa Ocidental:

Monteiro Gomes, Limitada

LISBOA — Rua Cascais, 47 **Telef.: 3 7083 - 3 7084**

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

FERNANDO VASCO COSTA

TABELAS PARA O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO

2.ª EDIÇÃO

Ampliada pelo autor e revista por CARLOS KRUS ABECASIS

Melhorias introduzidas nesta edição:

— Adaptação do texto e das tabelas às novas prescrições regulamentares.
— Verificação de todos os valores dos coeficientes das tabelas por processos independentes dos usados ao estabelecê-los.
— Um novo capítulo destinado à avaliação e à verificação rápida de secções de betão e de armaduras.
— Alargamento dos limites de muitas tabelas.
— Inclusão de 23 novas tabelas, mais 44 páginas e vários quadros e figuras.

A venda nas Livrarias e na TÉCNICA

PREÇO: **100$00** Desconto de 10 % aos assinantes da TÉCNICA

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

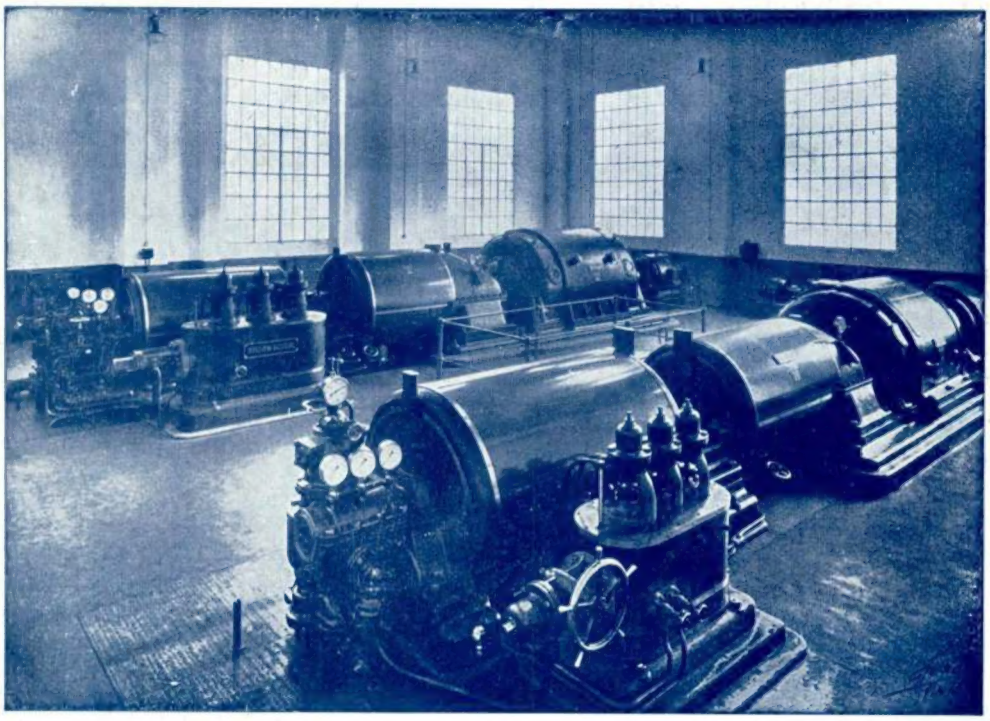
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



S. A. União Eléctrica Portuguesa — Setúbal
Turbo-grupos de 6.400 kW